MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN

MIT UNTERSTÜTZUNG
DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER
UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

REDIGIERT VON

JOSEF KÜRSCHÁK UND FRANZ SCHAFARZIK
MITGLIEDER DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

EINUNDDREISSIGSTER BAND · 1913–1918

VERLAG UND DRUCK VON B. G. TEUBNER · LEIPZIG UND BERLIN
1920

[IN WIEN BEI KARL GRAESER & KIE.]

ALLE RECHTE,
EINSCHLIESSLICH DES ÜBERSETZUNGSRECHTS, VORBEHALTEN

INHALT DES XXXI. BANDES.

Abhandlungen. Seite

1. A. Richter, Eine neue Schizaea aus Borneo (Schizaea Hallieri Al. Richt.) und die physiologisch-taxonomische Anatomie ihrer Stammesgenossen. Mit 5 Tafeln 1
2. J. Farkas, Grundlegung zu einer Kontinuitätstheorie der Elektrizität und des Magnetismus 45
3. A. Richter, Über einige neue Glieder der Marcgraviaceen, auf Basis der Phylogenie und der vergleichenden Anatomie. Mit 14 Tafeln 65
4. A. Schuller, Konstantes Wasserniveau zur Verminderung des Wasserdruckes. Mit 1 Figur 147
5. A. Schuller, Über Fallmaschinen-Versuche. Mit 1 Figur 149
6. A. Schuller, Zur Ergänzung der Stevartschen schiefen Ebene. Mit 1 Figur 155
7. A. Schuller, Apparat zur Demonstration der geradlinigen Resultante entgegengesetzter Kreisschwingungen und der Drehung der Schwingungsrichtung. Mit 2 Figuren 158
8. A. Schuller, Einfacher Quecksilberunterbrecher für ein Pendel mit elektromagnetischem Betriebe. Mit 1 Figur 162

Berichtigungen IV

BERICHTIGUNGEN

zu dem Aufsatze: Grundlegung zu einer Kontinuitätstheorie der Elektrizität und des Magnetismus von J. FARKAS:

S. 47, Z. 18 v. o. und v. u. ϑ ist zu streichen.

S. 57, in der Formel von $K_{(v_0=0)}$ lies F_i statt $\mathfrak{F}_i$.

S. 58, in der Formel von $\mathfrak{K}_y$ lies $+$ statt $=$.

S. 59, in der Formel $(a)_4$ lies $d\bar{\imath}_i{}^{\nu}$ statt $d\bar{\imath}^{\nu}$.

S. 64, in der vorletzten Formel lies $+$ statt $-$, und in der letzten Formel lies $-$ statt $+$.

1.

EINE NEUE SCHIZAEA AUS BORNEO
(*SCHIZAEA HALLIERI* AL. RICHT.)
und
DIE PHYSIOLOGISCH-TAXONOMISCHE ANATOMIE IHRER STAMMESGENOSSEN.

Hierzu Taf. I—V.

Von Prof. Dr. ALADÁR RICHTER c. M. in Pozsony.

Inhalt: I. Einleitung: Die geographische Verbreitung der Schizaeen aus der Gruppe Pectinatae. II. Die Stellung der *Schizaea fistulosa* als Stammart in der Gruppe Pectinatae. — Stele und Grundparenchym. III. Die physiologische und systematische Anatomie des Formenkreises der „Schizaea fistulosa". — *Schizaea Hallieri* n. sp. v. ssp. IV. Über die Sporangiophyllen und Sporen. V. Zusammenfassung: Die Xerophilie der Schizaeen aus der Gruppe Pectinatae vom Gesichtspunkte der physiologischen Anatomie, mit Beziehung auf die Grade der Artentwicklung. — Die Phylogenie derselben Gruppe nach unseren heutigen biologischen und phytopaläontologischen Kenntnissen. VI. A. Die Zusammenfassung der bezüglichen Literatur. VI. B. Spezieller Ausweis der den Untersuchungen zugrunde gelegten Herbarexemplare. VII. Erklärung der Tafeln.

I. Einleitung: Die geographische Verbreitung der Schizaeen aus der Gruppe Pectinatae.

Bei Feststellung biologischer Grundsätze der allgemeinen Botanik, seien dieselben von physiologischem oder anatomischem Interesse, oder aber gemeinschaftlich auf die physiologische Pflanzengeographie bezugnehmend, erwecken die besondere Aufmerksamkeit des Naturforschers in erster Reihe jene Glieder der Pflanzendecke, deren Verbreitung bei Mannigfaltigkeit der Lebensverhältnisse manchmal so wunderbare „Sprünge" aufweist, welche schließlich nur durch Hypothesen zu erklären sind.

Es gibt kaum eine Pflanzenfamilie, welche in dieser Hinsicht mit der Gattung *Schizaea* aus dem Kreise der Pteridophyten

wetteifern könnte. Um die Kenntnis nach den oben angegebenen Prinzipien zu erweitern, habe ich schon einige Gruppen derselben in den „Math. und Naturwissenschaftl. Berichten aus Ungarn“ (1) ausführlich besprochen.[1])

Meine diesbezüglichen Studien setzte ich in Leiden fort, wo ich durch die Güte des Direktors des Rijks-Herbariums, Herrn Dr. J. W. C. GOETHART, längere Zeit hindurch einen Arbeitsplatz benützen und die kollegiale Freundschaft auch der Herren Dr. Th. VALETON, Dr. W. J. JONGMANS, Dr. HANS HALLIER und W. A. GODDIJN genießen konnte.

Ich ergriff die Gelegenheit, um jene Pectinaten der *Schizaea* des weltberühmten Rijks-Herbariums speziell zu untersuchen, welche meine Aufmerksamkeit durch eine höchst interessante *Schizaea* — gesammelt von meinem alten Freunde Dr. HANS HALLIER während seiner $8^1/_2$-monatlichen Borneoexpedition (2) — besonders auf sich gelenkt haben.

An ihren Blättern sind „Stiel“ und „Spreite“ morphologisch nicht zu unterscheiden.

Aus ihnen entspringt die Gruppe Digitatae; andererseits ist PRANTLs (4) Bemerkung zutreffend, daß die „Schizaea fistulosa“ aus der Gruppe Pectinatae unwillkürlich eine Verbindung zu den in ihrem Blatte morphologisch schon differenzierten Bifidae bildet. Ich konzentriere meine physiologisch- und systematisch-anatomischen Untersuchungen — von HALLIERs *Schizaea* aus Borneo ausgehend, welche durch CHRIST (3) meiner Ansicht nach nicht richtig aufgefaßt wurde, — hauptsächlich auf den Formenkreis der „Sch. fistulosa“ (*Sch. malaccana* BAK., *Sch. robusta* BAK., *Sch. fistulosa* LABILL. s. str., Sch. chilensis PHIL., *Sch. australis* GAUD.[2]) und wendete meine besondere Aufmerksamkeit den systematischen Verhältnissen dieser „Arten“ zu, da, wie ich voraus bemerken will, die genauere Kenntnis der HALLIERschen *Schizaea* aus Borneo

---

1) Die im Texte in Klammern gebrachten fettgedruckten Zahlen entsprechen den fortlaufenden Ziffern in der im Kapitel VI. A. gegebenen Zusammenstellung der Literatur; die in den Klammern an zweiter Stelle gebrachten Zahlen beziehen sich auf die Seitenzahlen.

2) Mit Ausschluß von *Sch. pusilla, pectinata* und *rupestris*, deren ausführliche Besprechung in **1.** zu lesen ist.

— welche durch CHRIST als Typus der *Sch. fistulosa* LABILL. bestimmt war (in Sched. Herb. Lugd.-Batav. et in **3.** 140), nur durch die Anwendung der systematisch-anatomischen Methode RADLKOFERS (**5**) durchzuführen ist.

HALLIER verbrachte viele Jahre auf Java (Buitenzorg) und ist zurzeit einer der besten Kenner und Erforscher der indonesischen Flora. Infolge der mit ihm gepflogenen Besprechungen konnte ich mich davon überzeugen, daß seine reichen tropisch-botanischen Erfahrungen im allgemeinen mit all jenen Thesen übereinstimmen, welche ich aus meinen vergleichenden physiologisch-anatomischen Beobachtungen über die Xerophilie der Schizaeen ergründen konnte (**1.** 247—48).

CHRIST gibt an, daß die Schizaeen hauptsächlich küstenbewohnende Pflanzen sind (**6.** 156), mit Ausnahme zweier Arten (welche? schreibt er nicht), die vom Ozean weit in das Inland vordringen (Nilgheries, am Fuße des Himalaya). Diesen schließt sich HALLIERS *Schizaea* an, deren Exemplare unter Nr. B. 2150 in den Herbarien zu Buitenzorg ('s Land 's Plantentuin), Leiden ('s Rijks Herbarium) und des Prinzen ROLAND DE BONAPARTE in Paris und in Bruchstücken in meinem Herbar aufbewahrt werden. HALLIER sammelte dieselben am 21. Januar 1894 in Westborneo, wo sie mit *Burmannia disticha* (Nr. B. 2149) häufig auf trockenem, unfruchtbarem Boden im lichten, niedrigen, xerophytischen Myrtaceenwald am S. Sĕkĕdóuw, einem Seitenfluß des Sungei (= Fluß) Kenepai (rechter Seitenfluß des Kapûas) vorkommt.[1])

In pflanzengeographischer Hinsicht ist diese charakteristische *Schizaea* Mittelborneos jedenfalls durch beträchtliche Entfernung von der die Stammart bildenden *Sch. fistulosa* LABILL. getrennt.[2])

---

1) Über solche heidenartigen Formationen in Borneo vgl. auch die Beih. Bot. Centralbl. XXXIV, II, 1 (1916), S. 31—34 (HALLIER).

2) Dieses ausgesprochen australische Element (**6.** 219) war ursprünglich durch die primitive, aber nach den Verhältnissen seiner Zeit sehr gute Beschreibung und das Habitusbild von LABILLARDIÈRE (als man Sporangien und Sporen noch nicht kannte) aus dem Van Diemenlande bekannt (**7.** Tab. 250. Fig. 3).

LABILLARDIÈRE l. c. gibt die Figuren der 1. Seta baseos stipitis, 2. Eiusdem sectio, als Ergänzung der Diagnose „stipitis baseos setis fistulosis" — an. Die Benennung der Pflanze ist natürlich nicht zutreffend, trotzdem jure prioritatis aufrecht zu erhalten.

Diese *Schizaea* ist bei den auch sonst merkwürdigen Verbreitungsverhältnissen der Schizaeen durch ihr zirkumpolares Verbreitungsgebiet sehr auffallend (**6.** 156), weil sie aus ihrer ursprünglichen australischen und der in die Zone des gemäßigten Klimas fallenden Heimat über Polynesien nach Borneo vordringt, ja sogar über Malaka angeblich auch nach Madagaskar, andererseits über Neu-Kaledonien, Viti und Sandwich-Inseln in das südliche Chile (Valdivia, Corral), bzw. nach den subantarktischen Gegenden der südlichen Hemisphäre: auf die Inseln Auckland und Falkland. Dies wirft ein helles Licht auf die auffallende Verbreitung einer einzigen Stammart, deren „area geographica" Australien (**8.** 429 und **9.** 345), näher bestimmt Victoria in der Nähe Tasmaniens (**10.** 693), — welche Angabe in CHRISTENSENS Index auffallenderweise fehlt (**11.** 616)[1]), New-Zealand (**12.** 1021), Neu-Kaledonien, Madagaskar (**13.** 139—141)[2]), ja sogar Chile (**14.** 207) umfaßt. Als ursprünglicher Ausstrahlungspunkt der geographischen Verbreitung ist Neu-Kaledonien zu betrachten (**6.** 156).

Von hier aus zweigt ab die enger gefaßte *Sch. malaccana* BAKER nach den Philippinen und über die malayischen Inseln[3]) nach Malaka (**8.** 428; **10.** 616); mit der obigen und mit den unten anzugebenden, auf gleicher Artenstufe, jedoch in der Variation von *Schizaea Hallieri* findet sie im Innern Borneos

---

1) CHRISTENSEN hat seine die *Sch. fistulosa* betreffenden Daten im übrigen nach PRANTL (**4.** 136) bzw. CHRIST (**3.** 140) nur mit Borneo erweitert. Diese *Schizaea* aus Borneo ist jedoch: *Sch. Hallieri* sp. vel. ssp. n.

In dieser Hinsicht ist auch das vom Prinzen ROLAND de BONAPARTE angegebene Verbreitungsgebiet der *Sch. fistulosa* sehr mangelhaft (Filicales de la Nouvelle Calédonie et des Iles Loyalty, — in SARASIN ROUX: Nova Caledonia, Forschungen in Neu-Kaledonien und auf den Loyalty-Inseln. B. Botanik, Vol. I. 1914, p. 49).

2) BAKER l. c. erwähnt sie nicht und aus der Reihe der Schizaeen ist in der HUMBLOTschen Liste der Pteridophyten aus Madagaskar nur *Sch. dichotoma* angegeben. Daß *Sch. fistulosa* in Madagaskar vorkommt, wie nach Lady BARKLY sonst in PRANTL (**4.** 136 bzw. **10.** 616) angegeben, ist nicht ausgeschlossen, vorläufig aber zweifelhaft.

3) In Borneo wahrscheinlich nur in dem nördlichen sog. Serawak (Sarawak)-Teile (**4.** 36; BURBIDGE sec. BAKER).

unter dem Äquator ihre Heimat; in der Form von *Sch. robusta* BAKER hingegen ist sie auf den Society-[1]) und Sandwich-Inseln zu Hause (**8.** 429; **11.** 617; **15.** 543).

Die einzige *Schizaea* der Subantarctis ist die *Sch. australis* GAND. (**17.** 89, 98; syn. Sch. palmata HOMBR. et JACQ. Voy. au Pôle Sud, Crypt. t. 4 f. 2), welche mit den Gegensätzen des tropischen und subtropischen Klimas der Inselwelt Falkland (**17.** l. c.) und Auckland kämpft (**6.** 156; **8.** 428; **4.** 136).

HILLEBRAND hält die *Sch. robusta* von den Society- und Sandwich-Inseln für die „tropische Form" der *Sch. australis* (**15.** 543). Seine Auffassung ist in dieser Form nicht zutreffend, denn es ist kaum anzunehmen, daß aus der unter den dürftigsten Verhältnissen lebenden *Sch. australis* als Stammart die viel mehr verbreitete *Sch. fistulosa, robusta* usw. hervorgegangen wäre und zwar an solchen Standorten, wo auch das Klima usw. unvergleichlich günstiger ist. Viel eher ist die *Sch. australis* mit der *Sch. malaccana, Sch. Hallieri* und *Sch. robusta* zusammen ein Abkömmling der „Sch. fistulosa", und ich teile die Ansicht CHEESEMANS, welcher *Sch. australis* sehr richtig als eine Varietät der *Sch. fistulosa* s. str. auffaßt, betonend, daß dieselbe nur eine verkümmerte Form des Typus wäre, welche sich durch Übergangsformen der Stammart anschließt (**12.** 1022; **4.** 136; **11.** 616).

Die *„Sch. fistulosa"* aus Chile (= Sch. chilensis = Sch. valdiviana PHIL. l. c.) verkümmert tatsächlich ebenso auf den Falklandinseln, wie die *Sch. fistulosa* LABILL. aus Tasmanien auf den Aucklandinseln als *„Sch. australis"*. CHEESEMAN teilt mit, daß die *Sch. australis* vom kalten torfigen Torfboden der Gebirge des Moehan district (Cape Colville) bis zu dem Meeresniveau der Stewart- und Aucklandinseln herabsteigt.

Welch auffallende Analogie ist dies übrigens mit der einzigen *Sch. pusilla* der nördlichen Hemisphäre (**1.** 262, 288).

Die *Sch. fistulosa* s. str. gibt übrigens auch in ihrer Heimat

---

1) Es ist auffallend, daß DRAKE del CASTILLO in seinem zusammenfassenden Werke über Französisch-Polynesien außer der einzigen und in den Tropen häufigsten *Sch. dichotoma* SM. (incl. *Sch. Forsteri*) von den Gesellschaftsinseln (Tahiti: Collines sèches!) keine andere *Schizaea* erwähnt **16.** 322).

ein überraschendes Beispiel der Anpassung: DIELS berichtet über deren Vorkommen in Sphagneten der alpinen Vegetation Tasmaniens (**18.** 30).

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts konnte der Naturforscher kaum an weitläufige Verbreitungsareale denken, und PHILIPPI, wie auch einst GAUDICHAUD (**17.** 89, 98), der Auctor von *Sch. australis* — huldigten nur der Auffassung ihrer Zeit, als sie auf der naturhistorisch wirklich unbekannten terra ignota in allem Neues, und ersterer in der *Schizaea* aus Valdivia (gesammelt von KRAUSE) eine neue Art zu entdecken vermeinte (Sch. chilensis PHIL. **14.** l. c.); obwohl PHILIPPIS Sch. chilensis sogar nach der übereinstimmenden Auffassung der die sogen. kleinen Arten bevorzugenden englischen Pteridographen nichts anderes, als *Sch. fistulosa* ist (**8.** 429; **4.** 135; **11.** 616). Meine anatomischen Erörterungen werden die Richtigkeit dieser Auffassung im Nachstehenden begründen.

All dies sind zweifellos nennenswerte Momente bezüglich der pflanzengeographischen Gliederung, einerseits inbezug auf die die papuanische Flora betreffenden und beachtenswerten Erörterungen WARBURGS (**19.** 230—55), andererseits jedoch inbezug auf die geistreichen und auf überaus großer Formenkenntnis fußenden Auseinandersetzungen HALLIERS (**20**).

HALLIER nimmt an, daß „Indonesien, Australien und Polynesien ehedem eine mächtige australasische Halbinsel gebildet haben, welche von vorwiegend konzentrischen Gebirgszügen begrenzt und durchzogen war und deren Ostnordostrand durch die jetzigen Sandwich- und Paumotuinseln gebildet wurde. Diese Halbinsel versank allmählich oder auch in periodischen Erschütterungen von Osten nach Westen zu ins Meer, in der Weise, daß die Tieflandgürtel zwischen den Gebirgszügen zuerst unter dem Meeresspiegel verschwanden und die Kette Tasmanien, Neuseeland, Neukaledonien, Louisiaden, Neuguinea, Molukken, Celebes, Philippinen, Formosa z. B. noch einen Pflanzenaustausch zwischen China und Polynesien gestattete, nachdem sie bereits vom ostaustralischen Gebirgsbogen durch einen Meeresgürtel getrennt war. In noch älterer Zeit, sagt HALLIER, war diese australasische Halbinsel durch eine Landbrücke mit Amerika verbunden. Der Nord-

ostrand derselben verlief etwa von Südjapan über die Sandwich- und Revilla-Gigedoinseln nach Niederkalifornien; ihr Südrand aber scheint sich noch südlich der Gesellschafts- und Paumotuinseln von Tasmanien über die Aucklands-, Campbell-, Antipoden- und Chathaminseln direkt bis nach der Osterinsel, Sala y Gomez, Juan Fernandez und Südchile erstreckt zu haben."

HALLIERS hiermit in großen Zügen geschilderte Hypothese stützen auch meine aus der Verbreitung der „Sch. fistulosa" gewonnenen Ergebnisse.

Aus der Hypothese HALLIERS ist auch das plötzliche Auftauchen der *Sch. fistulosa* im südlichen Teile Chiles erklärlich und verständlich, deren spezifische Trennung von der Stammart weder morphologisch, noch anatomisch gerechtfertigt ist.

Die „Sch. dichotoma" ist in ihrer neotropischen Form von *Sch. Poeppigiana* STURM (= Sch. occidentalis GRISB.) auf eine höhere Stufe der Artenentwicklung in den Tropen Amerikas (Cuba, Guyana, Venezuela, Peru) gelangt (**1.** 218, 228, 232) und die gewiß ältere „*Sch. fistulosa* aus Chile" hat auch blutverwandtschaftlich ihre übereinstimmenden morphologischen, ja sogar anatomischen Eigenheiten mit der „*Sch. fistulosa* aus Australien" aufrecht erhalten.

CHRIST seinerseits sieht in der von HALLIER gesammelten „Sch. fistulosa aus Borneo" (= *Sch. Hallieri* m.) und der *Gleichenia circinnata* die letzten Spuren der „Australelemente" (**6.** 219). Borneo ist unter den Sundainseln der größte insulare Kontinent und erstreckt sich durch 10 Breiten- und ebenso viele Längengrade hindurch; er ist in seinem Innern — nach Mitteilungen HALLIERS — das ganze Jahr hindurch regnerisch und besitzt mit die größten Urwälder der Erde.

Antarktisches Gebiet und die Kälte der Alpenregionen Tasmaniens, das gemäßigte Klima Australiens und Chiles, das tropische Innere Borneos und die Verschiedenheit des Bodens (bald mager, bald torfig): die Wirkung all dieser Faktoren auf ein und dieselbe Sippe der *Schizaea* mußte sich auch in der inneren Organisation äußern. Ich ergriff die Gelegenheit, als Fortsetzung meiner „Schizaea-Studien" (in Math. und Naturwissensch. Ber. Bd. XXX. [1912] 3. Heft, 1915. pp. 214—97),

die Pectinaten des Rijks-Herbariums zu Leiden, unter Berücksichtigung meiner früheren diesbezüglichen Studien aus den Herbarien der Kew-Gardens und des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums zu Wien in den Kreis meiner ausführlichen phylogenetisch-physiologisch-anatomischen Untersuchungen zu ziehen.

Ebenso studierte ich das Original der *Sch. fistulosa* LABILLARDIÈRES aus dem WILLDENOW-Herbarium zu Berlin, welches mir nebst einigen *Schizaea*-Exemplaren aus Kew durch die gütige Vermittlung des Herrn Dr. J. W. C. GOETHART in Leiden zur Verfügung gestellt wurde.[1])

II. Die Stellung der *Schizaea fistulosa* als Stammart in der Gruppe Pectinatae. — Stele und Grundparenchym.

Unter jenen Gliedern der Flora Australiens, welche nach ihrer Verbreitung sogen. zirkumpolare Ausstrahlungen aufweisen, ist einer der interessantesten Farne „Sch. fistulosa". In ihrem vegetativen Teile ist diese gänzlich reduzierte *Schizaea* mit der in ihrer geographischen Verbreitung bedeutend beschränkteren *Sch. pectinata* J. E. SM. (Afrika austr., St. Helena. — **11.** 617) als Grundform der Pectinatae-Gruppe zu betrachten, denn nach ihrer exomorphen Gliederung sind *Sch. malaccana*, *Sch. Hallieri*, *Sch. robusta*, *Sch. australis*, ja sogar *Sch. tenella* und vielleicht auch *Sch. rupestris* allesammt „fistulosa-Variationen", systematisch genügend zu unterscheiden (eventuell sogen. kleine „Arten"), besonders wenn man ihre charakteristische geographische Verbreitung berücksichtigt.

Es ist auffallend, daß die einzige *Sch. pusilla* der nördlichen Hemisphäre auch aus der Gruppe Pectinatae entspringt, mit „fistulosa"-artigem Habitus, und wie CHEESEMAN die antarktische *Sch. australis*, so können wir die *Sch. pusilla* aus Nordamerika ebenso als eine „depaupereted" Form betrachten — jedoch von all ihren Artgenossen unermeßlich weit entfernt und mit absolut abweichender Sporenstruktur (sporae areolatae: vergl. Taf. IV, Fig. 31 mit den übrigen Sporenbildern). Diese kleine, habituell an *Sch.*

1) Die Herbarexemplare, auf denen meine mikroskopischen Untersuchungen basieren, sind in dem Kapitel VI, B. sub H_1, H_2 usw. — welche Bezeichnung zugleich derjenigen des Textes entspricht — angeführt.

malaccana erinnernde Pflanze lebt in der Nähe von New-York (Neu-Jersey — Nova Scotia — Neu-Fundland) und wird in absehbarer Zeit aus der Pflanzenwelt (**1.** 221 usw.) verschwinden.

Neben der *Sch. pectinata* ist *Sch. tenella* für Südafrika charakteristisch; eine andere ist von dort nicht bekannt. Hingegen ist *Sch. fistulosa* s. str. und *Sch. rupestris* für Australien bezeichnend, nach der sogen. „Ausstrahlungstheorie" sind sie mit LABILLARDIÈRES *Sch. fistulosa* in Verbindung zu bringen, deren gut konserviertes Originalexemplar (Nr. 19486 in herb. WILLD. Mus. Botan. Berolin.) — auf Grund der vollzogenen Kontrolluntersuchungen — keine nennenswerten Unterschiede, weder dem ebenfalls als Original zu betrachtenden Exemplar aus Van Diemen im Herbar zu Leiden, noch dem SCHLECHTERschen in Neukaledonien gesammelten gegenüber aufweist (H_1, H_2, H_3).

Sch. fistulosa, hauptsächlich in ihrer Variation von *Sch. malaccana* (pro specie!), erweckte neuerdings und gleichzeitig die Aufmerksamkeit der hervorragenden englischen und amerikanischen Pflanzenanatomen. Sowohl BOODLE (**21.** 373, 376, 378, 407; **23.** 511 bis 536), wie auch TANSLEY-CHICK (**22.** 493—510) befaßten sich, hauptsächlich im Anschlusse an die Stelentheorie JEFFREYS (Amerika: Harward-University of Cambridge; **24.** 119—146), mit der Gefäßbündelstruktur der Schizaeen, aber mit jener englischen Auffassung, welche die vorliegende Abhandlung in anatomischer Hinsicht umsoweniger berührt, da die anatomischen Abbildungen von TANSLEY-CHICK überhaupt mangelhaft sind.[1])

1) Ich verweise hiermit hauptsächlich auf **22.** Pl. XXV, Fig. 8 von TANSLEY-CHICK, welche gegenüber PRANTLS **4.** Taf. IV, Fig. 57 keinen Fortschritt bedeutet und die Publikation meiner **1.** Taf. VI, Fig. 12 nicht überflüssig macht. TANSLEY-CHICKS l. c. Figuren 6 u. 9 sind durchaus schlecht und bleiben im allgemeinen weit hinter den Abbildungen BOODLES l. c. zurück.

Die Forschungsrichtung der englischen und amerikanischen Botaniker umfaßt die phylogenetischen Beziehungen, konzentriert in der Steletheorie, nur in großen Zügen. Alle huldigen der auf phytopaläontologischer Forschung basierenden Auffassung des weltberühmten englischen Anatomen HENRY DUKINFIELD SCOTT, einst Leiter des JODRELL-Laboratory in Kew-Garden — an ihrer Spitze C. EDWARD JEFFREY in Amerika, der mit Feststellung der sog. proto- und siphonostelischen Typen (**24**) bezüglich der Einzelheiten auch auf die wirklich grundlegenden und mit seinen Resultaten übereinstimmenden Ergebnisse der Steleuntersuchungen BOODLES (**21. 23. 25**) hinweist (**24.** 128).

In betreff der Stelestruktur der Pectinaten verweise ich nur auf Taf. I, Fig. 3 der *Sch. fistulosa* (H_4), in bezug auf die Details der sie bildenden Elemente auf PRANTLs ausführliche und mit meinen diesbezüglichen Untersuchungen übereinstimmende Beschreibung (**4.** 23), mit der Bemerkung, daß die Parenchymscheide, auch bei kleiner Vergrößerung betrachtet (umgeben von einem Kreise der in Herbarmaterial obliterierten Endodermiszellen) augenscheinlich aus weitlumigen und dünnwandigen Zellen gebildet wird, deren eine oder andere überhaupt durch nachträgliche Zellteilung in das Hadroma, respektive in die durchweg dünnwandigen und Zellulosereaktion zeigenden Zellen des ± obliterierten Leptomas eindringen kann (Taf. I, Fig. 3 $p - p_2 - p_3$).

Die Gefäßbündel der in Frage stehenden Schizaeen sind ohne Ausnahme kollateral gebaut (Taf. I, Fig. 3), d. h. mit Leptoma (= Plastoma A. R.), welches gegen die Blattunterseite orientiert ist (= Rückseite = d = dorsal!), und mit dem aus verholzten Elementen zusammengesetzten Hadroma (= Hydroma auf der Blattoberseite = v = ventral!).

Obgleich das Bild der Gefäßbündel in jenem Teile des Blattes, der dem Stiele entspricht, am charakteristischsten entwickelt ist, habe ich im Gegensatze zu PRANTL (**4.** 23) die Erfahrung gemacht, daß in dieser Hinsicht zwischen fertilen und sterilen Blättern entwicklungsgeschichtlich und anatomisch gar keine Unterschiede gemacht werden können. Es wäre auch paradox, daß das Gefäßbündel gerade in den sterilen Blättern zur höchsten Stufe der Entwicklung gelange, wo doch bekannt ist, daß das fertile Blatt den höheren Entwicklungszustand des sterilen darstellt, wie ich dies — mit bezug aus PETIVERS zutreffende Beobachtung und Abbildung (**27.** 7, Taf. 70, Fig. 12 A. B.) — bereits erörterte (**1.** 236).

Nach PRANTL (**4.** Taf. IV, Fig. 39) verändert sich die Gefäßbündelstruktur in der Blattbasis der *Sch. pennula* bedeutend, indem, bei fehlenden Bastfasern, das kompakte Hadroma durch faszikulares Parenchym vom Siebteile getrennt ist. Eine so tiefgreifende Umwandlung ist bei *Sch. fistulosa* meiner Ansicht nach nicht zu konstatieren, da die Gefäßbündel im Blatte bis zur Basis durchweg gleichartig gebaut sind und mit aus charakteristisch

weitlumigen Zellen gebildetem fazikularen Parenchym zwischen dem Leptoma und dem Massivum der in ihren Elementen reduzierten Tracheiden und beiderseits mit vollständig verholzten Bündeln, den Bastfasern, umgeben werden. (Taf. I, Fig. 3 *tr — np — lp*).

Unter Einwirkung von Jodjodkalium zeigt das Hadroma samt den Bastfasern und dem peripherischen Stereom eine lebhaft zitronengelbe Färbung. Der untere und mehr verholzte Teil des Blattes zeigt unter Einwirkung von Chlorzinkjod eine gewisse Differenzierung der Färbung, insofern das Grundparenchym (Mesophyllum, Chlorenchyma) — mit Ausnahme des bläulichen Leptomas — zwischen der zitronengelben Stele und dem braungelben peripherischen Stereoma sich nur in seinen Mittellamellen vergilbt, während es im übrigen violett wird. Bei allen bisher angeführten Arten sind die Zellen des Grundparenchyms einfach getüpfelt (Taf. I, Fig. 1, 2; Taf. II, Fig. 7—8; Taf. III, Fig. 14, 19; Taf. IV, Fig. 22, 26; Taf. V, Fig. 32 *ch — ch*). Die Zellen des Chlorenchyms sind im Längsschnitte etwas radial gestreckt; zwischen ihren Querbalken bilden sich relativ große interzellulare Räume; dadurch wird das Parenchym lakunös, wie dies bei *Sch. pennula* nach PRANTL (**4.** Taf. IV, Fig. 33 *gg*) und bei *Sch. malaccana* nach TANSLY-CHICK bereits bekannt ist (**22.** Pl. XXV, Fig. 8); in dieser Hinsicht ist die Einförmigkeit der Schizaeen übereinstimmend (**1.** Taf. VI, Fig. 12, 14, 17, 18 *m — m*).

Die physiologische Aufgabe des Chlorenchyms ist hauptsächlich die Assimilation. PRESLs Bemerkung (**28.** 75) in betreff der *Sch. fistulosa* „Stipes teres a beato LABILLARDIÈRE dicitur et delineatur, sed revera est stemiteres i. e. supra planus intense viridis subtus convexus pallidus“ — ist auch physiologisch zutreffend, obgleich ich das Chlorenchym der Pectinaten nicht einmal in so kleinem Maße differenziert gefunden habe, wie dies PRANTL zugibt (**4.** 30).

Die Assimilationsenergie ist von der Größe der Blattoberfläche abhängig. Man sollte eigentlich in Anbetracht der Querschnittsumrißlinie die die Stomata führende Rückseite als eine Assimilationsfläche betrachten, welche ungestörter funktioniert, da die für die einzelnen Arten charakteristische zentrale Furche sich gerade durch die Assimilationsoberfläche zieht, wodurch die-

der Lichtwirkung mehr ausgesetzte Oberfläche sich im Verhältnis der Furchentiefe reduziert (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 7—8; Taf. IV, Fig. 22; Taf. V, Fig. 32, 38 *v* — *d*).

Dieses Verhalten des Chlorenchyms wird durch das peripherische Stereom mechanisch beeinflußt, respektive geregelt; eine Erscheinung, welche eine natürliche Folge der auch morphologisch augenscheinlichen Xerophilie der Pectinaten ist.

Der gegen die Blattspreite gelegene und mit Chloroplasten gefüllte Teil des Grundparenchyms ist nämlich als „Chlorenchym" zu betrachten, welches sowohl in der Masse des Gewebes, als auch in der Assimilationsenergie gegen die Blattbasis zu abnimmt; hingegen nimmt hier die Bedeutung der die Blattbasis bildenden passiven (mechanischen) Gewebe zu. Morphologisch gewinnt diese physiologische Veränderung insofern Ausdruck, als der sonst für die Arten charakterisierende Querschnittsumriß der „Blattspreite", wie dies aus dem Nachstehenden zu ersehen ist — gegen die Blattbasis („Stiel") zu bei allen Schizaeen ziemlich einförmig wird (Taf. I, Fig. 2; Taf. III, Fig. 16, 18; **1—2.** Taf. VII, Fig. 24).

In der Blattbasis kommt nur das mechanische Prinzip zur Geltung (außer den zit. Fig. **1—2.** Taf. V, Fig. 10; Taf. IX, Fig. 38), sei das Blatt nun ungeteilt einfach (folia indivisa: Pectinatae, Digitata), oder geteilt (folia semel vel repetito-dichotoma: Bifidae), oder auch morphologisch gesprochen gestielt (folia petiolata: Dichotomae, Elegantes). In dem Dienst dieses mechanischen Prinzips treten verholzte und stark verdickte Zellen in den Vordergrund, das an Chloroplasten ärmliche Grundparenchym gänzlich in den Hintergrund drängend. In der Blattbasis, innerhalb des peripherischen und ± schwarzbraunen Stereoms dominieren hauptsächlich als Zellinhalt Gerbstoffe (basis folii nigricans).[1])

1) Orientierungshalber sei bemerkt, daß die Querschnitte im allgemeinen aus der Mitte der „Blattspreite" genommen wurden. Da die Länge der grasartigen, ± steifen, oft nadelartig-langen Blätter, hauptsächlich im Verhältnis der sterilen zu den fertilen Blättern, in charakteristischer und systematisch verwertbarer Weise veränderlich sein kann (*Sch. pusilla, malaccana*), wurden immer die fertilen Blätter in Betracht gezogen, da zwischen

III. Die physiologische und systematische Anatomie des Formenkreises der „Schizaea fistulosa".

Schizaea Hallieri n. sp. v. ssp.

1. Schizaea fistulosa Labill.

(Syn. Sch. chilensis et valdiviana Phil.)

LABILLARDIÈRES *Sch. fistulosa* ist, analog der Artenbegrenzung der südafrikanischen *Sch. tenella* KAULF. und der *Sch. rupestris* R. BR., mit Tasmanien — New-Zealand — New Caledonia — South-, S.-West-Australia auf ein engeres Verbreitungsgebiet zu ziehen, eigentümlicherweise einschließlich Chiles, d. h. inclus. der „Sch. chilensis". Die systematisch einst unterschiedene „Sch. chilensis (Sch. valdiviana PHIL.)" ist nämlich nicht einmal als Varietät zu trennen, wie dies weiter unten erörtert wird — als Beweis dessen, daß die neuere systematische Auffassung in dieser Hinsicht, laut welcher PHILIPPIS Benennungen einfach als Synoymen zu *Sch. fistulosa* gezogen werden, tatsächlich morphologisch und anatomisch begründet ist (**4.** 135; **8.** 429; **11.** 616—7).

Außer LABILLARDIÈRES Original (H_1) und dem ebenfalls als Original zu betrachtenden Exemplare aus Van Diemen (H_2 l. cl.) untersuchte ich zahlreiche Individuen der *Sch. fistulosa* s. str. aus Westaustralien (H_4), Australia-Victoria (H_5), Port Phillip (H_6), New-Zealand (H_7, H_9), New Caledonia (H_3, H_8), ferner aus Chile (Original aus Valdivia Corral, $H_{10, 11, 12, 13}$).

Das vorliegende reiche Material umfaßte auch soche Standorte, welche in der Literatur bisher nicht verzeichnet waren, und es war leicht zu konstatieren, daß die gewöhnlich ungeteilten, durchschnittlich 15—20, aber oft 26 (H_4), ja sogar nach PRANTL (**4.** 137) 37 cm langen, oft welligen, im übrigen steif-nadelartigen

---

den sterilen und fertilen Blättern einer und derselben Art außer dem Auftreten der Sporangiophyllen (sorophori laciniae: PRANTL = Sporophyllen = sorophoriale oder fertile Lacinien) sonst anatomisch kein Unterschied ist.

Ich konnte mich wiederholt davon überzeugen, daß das histiologische Bild sogar in der Disposition der Spaltöffnungen dasselbe ist, im allgemeinen ein Zeichen dafür, daß das fertile Blatt eigentlich eine mit Sporangiophyllen erweiterte Entwicklungsstufe des sterilen darstellt.

Blätter im trockenen Zustande gefurcht sind (supra in sicco canaliculata).[1])

Mangels frisch gesammelten oder in Alkohol aufbewahrten Materials will ich betonen, daß der „semilunare" Umriß des Blattquerschnittes (Taf. I, Fig. 1), respektive die ventrale Furche auch dem natürlichen Zustande des Blattes entspricht, da die in Rede stehenden Pflanzen ausgesprochene Xerophyten sind; in manchen Fällen, etwa bei Regenzeiten, wird indes die Furche, wie bei gewissen Carices, minder deutlich, weshalb ich PRESLs Beschreibung für vollkommen gerechtfertigt halte (**28.** 75).

Die Exemplare aus New-Zealand z. B. weisen an der unteren schwarz-braunen Zone des Blattes eine der ventralen Furche entsprechende Konkavität auf, trotzdem der Übergang des peripherischen Stereoms zu der beinahe kreisrunden Stele allmählich erfolgt. Die mechanischen Elemente sind auf Kosten des Grundparenchyms in den Vordergrund getreten, dermaßen, daß die eventuelle Kollabeszenz der Zellen gegen die Blattbasis zu in der Furchenbildung überhaupt keine Rolle spielt.

Die aus Neukaledonien (H_3) stammenden Stücke sind in sicco ebenfalls alle gefurcht; diese Furchung verschwindet aber an den mit Wasser resp. Glyc. ven. behandelten Querschnitten in kurzer Zeit beinahe ganz (Taf. II, Fig. 7 *v*). Die Blattfläche ist bei alledem abgeflacht, oft aber ± konkav im Gegensatze zu der immer konvexen Blattunterseite, welch letztere gewöhnlich auch durch die Leisten der einreihigen Spaltöffnungen ausgezeichnet ist, im allgemeinen mit über das epidermale Niveau sich erhebenden Schließzellen (Taf. II, Fig. 11; Taf. V, Fig. 34—35) und mit derjenigen eigentümlichen Struktur, welche bei *Sch. pennula* (**1.** Taf. V, Fig. 3), *Sch. digitata* (**1.** Taf. VI, Fig. 12) und *Sch. pusilla* (**1.** Taf. VI, Fig. 16) bereits beschrieben wurde.

Funktionslos gewordene Spaltöffnungen (**1.** Taf. IX, Fig. 39 *t—t*) sind in 1—2 mm vom Beginne der Blattbasis wahrzunehmen, und durchschnittlich erreicht jene Zone, an welcher Spaltöffnungen überhaupt nicht vorkommen, die Länge von ca. 1 cm. Dieser Um-

1) PRANTL l. c. Der Ausdruck „supra" betrifft zugleich die Oberfläche des Blattes = *v — v* in den Figuren = ventrale Seite.

stand entspricht jedenfalls einer lebhaften Transpiration, übrigens im vollen Einklange mit den physiologischen Funktionen der Gewebe innerhalb des peripherialen Stereoms.

In bezug auf die Zwischenzellen der Spaltöffnungen (interstomatal cells TANSLEY-CHICK **1.** 254) möchte ich besonders auf die bereits bekannten Beispiele von *Sch. pusilla* (**1.** Taf. VI, Fig. 15—16), *Sch. pectinata* (**1.** Taf. VII, Fig. 19—20) und *Sch. rupestris* (**1.** Taf. VII, Fig. 26—27) hinweisen, um zu zeigen, daß die stomatorischen Leisten auch bei der *Sch. fistulosa* eine gewisse systematische Bedeutung haben, welche uns in dieser Hinsicht ziemlich an *Sch. pennula* erinnert (Taf. II, Fig. 10); der Wert der stomatorischen Leisten einschließlich der areolaten Sporen der *Sch. pusilla* (Taf. IV, Fig. 31, resp. die anderen Sporenbilder) ist kaum zu bezweifeln.

Das peripheriale Stereom sticht infolge seiner gelbbraunen und stark dickwandigen Zellen von dem dünnwandigen Chlorenchym stark ab. Die Epidermis selbst, insofern als sie mit hypodermalem Stereom verbunden ist, sondert sich gegen das Hypoderm nicht ab; dies ist eine allgemeine Erscheinung (**1.** Taf. VII, Fig. 13).

Ist nun auch das Blatt mehr-minder stielrund (folia semiteretia: Taf. II, Fig. 17), oder aber — und dies ist das allgemein festgestellte und für die Art charakteristische Umrißbild — im Querschnitte semilunar gebogen (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 8), so kann diese querschnittliche Krümmung sich gegen die Blattspitze zu (versus apicem) steigern, respektive gegen die Blattbasis zu vermindern.

Die Epidermis wird stets von einem hypodermalen Stereom verstärkt und zwar an der gegen das Leptom zu liegenden Seite in erhöhtem Maße. An dieser Stelle kann das peripheriale Stereom, einschließlich der Epidermis, stellenweise aus drei Zellreihen gebildet sein, oder aber gegen die Blattoberseite zu auf zwei Zellreihen, oder selbst auf die dickwandigen Elemente der Epidermis beschränkt sein, um dann eine einzige Zellreihe zu bilden (Taf. I, Fig. 1).

PRANTL betont ausdrücklich in bezug auf die Spreite, die Verschiedenheiten der Epidermis 1. der Nervatur, 2. des Mesophyllums und 3. des Blattrandes und zugleich den taxonomischen Wert dieser Unterschiede (nervorum epidermis crassa — tenuis, **4.** 33). An der

Blattepidermis der Pectinaten sind solche Abweichungen nicht wahrnehmbar.

Das Original LABILLARDIÈRES aus Van Diemen (H_1) weist hinsichtlich der Disposition der Gewebe, der Verhältnisse der einzelnen Gewebesysteme zu einander, ferner der Ausbildung des peripherialen Stereoms (Taf. IV, Fig. 29) in der ganzen Länge des Blattes die Einzelheiten von Taf. I, Fig. 1—3 auf (H_9, H_4).

Alldies mit der im südlichen Küstengebiete von Chile vorkommenden, nach HALLIERS Hypothesen (20) daselbst stecken gebliebenen „Sch. chilensis" verglichen, zeigt, daß die systematische Trennung dieser PHILIPPIschen Art sowohl morphologisch, wie anatomisch unbegründet ist, weil der Umstand, daß die Pflanze aus Chile in der Mitte des Blattes in ihrem peripherialen Stereom nur hie und da durch einzelne subepidermale Stereiden verstärkt wird (Taf. I, Fig. 1 *h*), im übrigen aber nur auf die einzige Zellreihe der Epidermis reduziert (Fig. cit. *e*) ist — während das peripheriale Stereom der *Schizaea* aus Van Diemen in der Regel aus zwei Zellenreihen besteht (Taf. IV, Fig. 29 e_2) — eine individuelle Erscheinung sein kann. Vom systematischen Gesichtspunkte aus kann zwischen der *Sch. fistulosa* aus Chile und jener aus Van Diemen auch das Moment nicht entscheidend sein, daß während das peripheriale Stereom in der Blattbasis der ersteren relativ aus weitlumigen, bei der letzteren ebendaselbst aus englumigen Zellen gebildet wird, weil es doch bezeichnend ist, daß die Zellreihenzahl desselben in beiden Fällen dorso-ventral dieselbe ist (Taf. I, Fig. 2 *e* — *h*).

Die sonst morphologisch übereinstimmenden *Sch. fistulosa* aus Australien respektive Chile sind nicht voneinander zu trennen, obwohl sie geographisch voneinander sehr weit entlegen sind.

2. *Schizaea australis* GAUD.

(Syn. Sch. palmata Hombr. et Jacq.)

GAUDICHAUD, der die Vegetationsverhältnisse der Falklandinseln zuerst eingehend schilderte, schreibt, daß das Klima dort überaus feucht ist, der schneereiche Winter sehr lange dauert und sehr streng ist (17. 89—90). 18 Jahre nach dem Erscheinen des Werkes von LABILLARDIÈRE (7) konnte GAUDICHAUD nicht daran

denken, daß die *Schizaea* Falklands nur eine verkümmerte Variation der *Sch. fistulosa* aus Australien (und Van Diemen), respektive der „Sch. chilensis" sei, welch letztere durch PHILIPPI erst nach 56 Jahren beschrieben wurde (**14.** l. c.), und daß — was HOOKER gelegentlich der antarktischen Forschungsreise der Schiffe „Erebus" und „Terror" 1839—43 entdeckte (**29**) — auch LABILLARDIÈRES *Sch. fistulosa* ihre verkümmerte Variation auf der Insel Lord Auckland hat; noch weniger dachten sie daran — da es nach der Auffassung jener Zeiten als ausgeschlossen erschien — daß ebenso, wie die *Sch. fistulosa* aus Chile und Austral-Tasmanien spezifisch identisch sind, auch ihre Zwergformen (= *Sch. australis*) voneinander nicht verschieden sein können, obwohl Falkland von Lord-Auckland durch einen Weltozean getrennt ist.

Diese auffallenden Standortsverhältnisse der *Sch. australis* haben auch manchen hervorragenden Botaniker nicht ohne Grund zum Nachdenken darüber veranlaßt, wo eigentlich der phylogenetische Anschluß dieser *Schizaea* zu suchen wäre? HOOKER sen. zieht sie zur *Sch. pusilla*, welche als Zwergpflanze die am nördlichsten vordringende und unter ähnlich kargen Verhältnissen lebende, meist einzige *Schizaea* der nördlichen Hemisphäre ist.

J. DALTON HOOKER entdeckte die *Sch. australis* auf der Inselgruppe von Lord-Auckland und Campbell Island (H_{16}) und erkannte ihre Identität mit der GAUDICHAUDschen *Schizaea* aus Falkland (**29.** II, 394), ferner, daß die nur bildlich angegebene, sonst nicht beschriebene „Sch. palmata HOMBR. et JACQ." (in Voy. au Pôle sud, Prot. Monocot. Crypt. t. 4 z) nur als Synonym der *Sch. australis* GAUD. zu betrachten sei (**29.** II, 111). HOOKER ergänzt, die *Sch. australis* Aucklands betreffend, die von GAUDICHAUD gegebene Beschreibung der klimatischen und Bodenverhältnisse und zeigte, daß dieselbe in höheren Regionen und gewöhnlich auf schwerem Boden (hard soil) lebt, wo die Pflanzenwelt nur aus Flechten besteht.

Trotz der in HOOKER-BAKERS Synopsis (**8.** 428) niedergelegten Anschauung figuriert die *Sch. australis* in den verschiedenen Enumerationen (**6.** 156, 328—29 usw.) oft als selbständige Art, in Verkennung des genetischen Zusammenhanges, da es doch klargestellt war, daß *Sch. australis* nur eine Varietät (in lokalen

Floren qu. ssp.) und als eine antarktische *Schizaea* der südlichen Hemisphäre zu betrachten sei, welche mit der Stammart möglicherweise durch Übergangsformen verbunden ist. Diesen Standpunkt vertritt auch CHEESEMAN (**12**, 1022), dessen Richtigkeit die Ergebnisse der vergleichend-anatomischen Untersuchungen bestätigen.

Ich sah das einzige Exemplar HOOKERS (im Herb. Kew.), gesammelt (Nov. 1840) auf Lord-Auckland-Island, dessen fertile Blätter durchschnittlich nur 8 cm, die sterilen aber nur 4—5 cm lang sind (H_{16}). Eines der Leidener Expemplare aus Auckland ist samt Rhizoma kaum 3,5 cm lang. Tatsächlich Zwergformen (H_{14}, H_{15}).

Es ist höchst charakteristisch, daß das Querschnittbild des mittleren Teiles der rauhen Blätter von *Sch. australis* (Taf. III, Fig. 19) — mit Ausnahme einer einzigen Zellreihe des peripherialen Stereoms auf der Rückseite — mit demjenigen der Blattbasis von *Sch. fistulosa* aus Chile sozusagen identisch ist (Taf. I, Fig. 2).

Die gesteigerte Verstärkung des peripherialen Stereoms ist aber auch bei *Sch. australis* eine Eigenschaft der unteren Zone der Blätter, wo die ventrale Furche, wie auch bei den anderen Schizaeen, sukzessive, ja sogar plötzlich aufhört. Das peripheriale Stereom, welches aus ungemein stark verdickten und ganz verholzten Zellen besteht, umgibt mit seinem fast durchgehend aus drei Zellreihen bestehenden starken Mantel das ganz reduzierte Chlorenchym, resp. Grundparenchym, und die in ihren Elementen ebenfalls stark reduzierte Stele (Taf. III, Fig. 18). Bei der Vergleichung der Vergrößerungen der Querschnittsfiguren ist ersichtlich, daß die Zahl der Zellen der einzelnen Gewebesysteme sich reduziert, wodurch PRANTLS Ansicht gerechtfertigt wird, der in *Sch. australis* eine nur in ihren Dimensionen abweichende Varietät der *Sch. fistulosa* sieht (**4.** 134, 136).

In der oberen Zone des Blattes ändert sich das Querschnittsbild insofern, als durch die sukzessive Steigerung der Assimilationsenergie das Chlorenchym erweitert wird. Dieses wird durch das peripheriale, fast auf die Epidermis reduzierte, sonst scharf differenzierte Stereom begrenzt. Subepidermale Stereiden sind nämlich höchstens an der Rückseite wahrnehmbar.

Die Spaltöffnungen liegen an dem oberen Teile der fertilen, wie auch der halb so langen sterilen Blätter in der Länge der beiderseits einfachen stomatorischen Leisten überaus dicht übereinander. Die Zwischenzellen verkürzen sich stark, wie auch die prosenchymatischen Oberhautzellen durchschnittlich kürzer sind, als jene von *Sch. fistulosa*.

Aus diesen Erörterungen ist zu ersehen, daß die *Sch. australis* aus Auckland und Falkland auch anatomisch übereinstimmen.

3. Schizaea robusta BAKER.

Aus ihrem die klimatologischen Extreme umfassenden Verbreitungsgebiet folgt ungezwungen, daß in der Gruppe Pectinatae die Neigung der „Sch. fistulosa" zur Variation am größten ist. Die bedeutend günstigeren und von uralten Zeiten wirkenden Faktoren haben einerseits die „Sch. fistulosa" der Sandwich-Inseln, andererseits an der malayischen Linie diejenige von Holländisch-Borneo auf eine höhere Stufe der Artentwicklung gebracht. HOOKER-BAKER (**8.** 429), LUERSSEN (**30.** 419) und HILLEBRAND (**15.** 543) halten die *Sch. robusta* für eine tropische Form der *Sch. australis*. Sie ist eine seltene Pflanze und bisher bloß von den folgenden Standorten der Hawaiischen Inseln bekannt: 1. Oahu: Konahuanui, auf Bäumen (HILLEBRAND! **15.** 543; H_{17}), 2. Maui: top of Eeka in swamps (HILLEBR.! l. c. H_{18})[1]), 3. Kauai: Waileale (Wawra: H_{19}! **30.** 419; **15.** l. c.). Das von BRACK in Tahiti gesammelte Exemplar sah aber auch PRANTL nicht (**4.** 136).

Ich habe die Gelegenheit gehabt, in Kew, später in Leiden das Exemplar aus Oahu von dem 3000′ hohen Konahuanui des Küstengebirges Koolaupoko zu sehen, welches seinem Speziesnamen entsprechend wirklich stattlich, länger als 42 cm ist (H_{17}). Die Exemplare HILLEBRANDS ex loc. cl. — o. (Mauai **15.** l. c., H_{18}) sind im Kew-Herbar 20—29 cm hoch.

Die *Sch. robusta* der Gesellschaftsinseln wird auch von BAKER erwähnt (**8.** 429). Ich würde in dieser *Schizaea* das Verbindungsglied einerseits zwischen der *Sch. fistulosa* von Tasmania-Zealand,

1) Ist auch in dem prächtigen Herbar des Prinzen ROLAND de BONAPARTE in Paris samt der *Sch. robusta* aus Oahu vorhanden.

andererseits zwischen jener von Südchile sehen, und ich bedauere lebhaft, daß ich diese *Schizaea* der Gesellschaftsinseln nicht näher untersuchen konnte. DRAKE del CASTILLO erwähnt dieselbe überhaupt nicht (**16.** 322); Exemplare von diesen Inseln waren weder in Wien, Brüssel, London und Kew, noch in Rom, Florenz und Leiden vorzufinden — selbst der Prinz BONAPARTE in Paris besitzt sie nicht. An der Richtigkeit des Standortes zweifelt jedoch auch CHRISTENSEN nicht (**11.** 619).

Die Sandwich-Inseln sind von Südpolynesien ungeheuer weit entfernt; die Entfernung Hawaiis von den amerikanischen Küsten (Mexiko) ist gleich derjenigen von Spanien bis New-York (**6.** 239). Ihr tropisch-ozeanisches Klima ist für die Entwicklung der Farnvegetation selbst in der über 3000′ hohen vulkanischen Gebirgsgegend überaus günstig und es ist förmlich überraschend, daß CHRIST in seiner meisterhaften Zusammenfassung der Farnwelt der Erdrunde diese einzige und sehr charakteristische *Schizaea* der Hawaii-Inseln nicht einmal erwähnt (**6.** 239—43).

PRANTL schließt die *Sch. robusta* auch phylogenetisch richtig an den Formenkreis der *Sch. fistulosa* (**4.** 136). Neuerdings kommt die englische Auffassung der Artberechtigung dieser *Schizaea* zur Geltung und insbesondere vom vergleichend-anatomischen Gesichtspunkte nicht ohne Grund, weil die Stattlichkeit dieser *Schizaea* der Hawaii-Inseln nicht nur morphologisch (Blatt, Sorophorie), sondern auch in der Mächtigkeit der Gewebe zum Ausdruck gelangt.

Das Querschnittsbild der fertilen Blätter (Taf. V, Fig. 32) weicht von dem bekanntlich semilunaren Umrisse des Blattquerschnittes der *Sch. fistulosa* gründlich ab (Taf. I, Fig. 1), so zwar, daß die südafrikanische *Sch. tenella* KAULF. (besonders nach der schematischen Fig. 42, Taf. IV von PRANTL **4.** — H_{20}) der *Sch. fistulosa* bedeutend näher steht, selbst in ihrem peripherischen Stereom, welch letzteres, vom Chlorenchym scharf differenziert, nur auf die Epidermis reduziert ist (Taf. IV, Fig. 22).

Hingegen ist die Zwischenstellung dieses Typus der ebenfalls südafrikanischen *Sch. pectinata* J. E. SM. (**1.** Taf. VI, Fig. 17; H_{21}) zwischen *Sch. tenella* (Taf. IV, Fig. 22) und zwischen *Sch. robusta* (Taf. V, Fig. 32) unleugbar zu erkennen — diese letztere

ist gleichsam eine robustere Erscheinung der *Sch. pectinata* (H_{21}) sowohl in betreff des Mesophylls, wie auch des stärkeren peripherialen Stereoms (Taf. V, Fig. 32 $e-h$). Ferner zeigt sich die Tendenz zur Spreitenbildung bei der *Sch. robusta* stärker; insbesondere durch die Verlängerung und Abkrümmung der Seitenflügel (Taf. V, Fig. 32 $x-x$), wodurch die Spaltöffnungen führende Unterseite des sich verflachenden Blattes dreiteilig wird und zwar dadurch, daß die stomatorischen Leisten durch die Einkrümmung der Blattränder gleichsam in eine Rinne geraten (folia latiora, costa prominente subtus bisulcata: **4.** 136). Diese Rinnen der stomatorischen Leisten werden aber mit der gewölbten Rippe (costa prominente) der Blattunterseite verbunden (Taf. V, Fig. 32 $s-d-s$). Minder ausgeprägt finden wir dieselben Verhältnisse auch bei den sich ebenfalls abflachenden Blättern der *Sch. pectinata* (folia planiuscula, costa subtus prominente: **4.** 134; **1.** Taf. VI, Fig. 17 $s-v$ [recte $= d$!] $-s$). Ihr aus zwei, hin und wieder aus drei Zellreihen zusammengesetztes peripheriales Stereom ist auf der Seite des Leptoms relativ stärker; auf der Seite des Hadroms, d. h. der Blattoberseite entsprechend eben dort, wo die ventrale Furche am tiefsten in das Blattfleisch eindringt, ist es, auf die Epidermis reduziert, am dünnsten. All dies hängt mit dem Mechanismus, d. h. mit der Furchenbildung (canalicula) des Blattes zusammen, welche infolge des an den stomatorischen Leisten der Rückseite unterbrochenen peripherialen Stereoms dem Blatte — entsprechend den Veränderungen der Temperatur und der Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft — zwischen gewissen Grenzen freie „Bewegung" sichert.

Hiervon konnte ich mich bei der Untersuchung der *Sch. robusta* von Oahu überzeugen (H_{17}). Es zeigte sich, daß die Tiefe der ventralen Furche sich bedeutend vermindern kann, in welchem Falle die oben geschilderte Dreigliederung der Blattrückseite derart vermindert wird, daß das dorsale Stereom sich in einem einzigen Bogen hervorwölbt und die Rinnen der stomatorischen Leisten gänzlich verschwinden (Taf. V, Fig. 38). In letzterem Falle sehen wir die Wiederholung des querschnittlichen Typus von *Sch. pusilla* (**1.** Taf. VI, Fig. 14).

Ihre Stele und ihr Chlorenchym ist mit denjenigen von *Sch. fistulosa* gleich gebaut, nur quantitativ mehr ausgebildet; das ver-

holzte Massivum (Hadrom + Bastfasern) zeigt — mit Ausnahme der *Schizaea* von HALLIER (Taf. III, Fig. 20 $hr - x - x$) — bei allen eine dem semilunaren Querschnittsbilde entgegengesetzte Krümmung (Taf. IV, Fig. 29 $a - b$, $hr - x - x$; Taf. V, Fig. 38 hr[1]) $- x - x$).

Das Chlorenchym ist unter allen Pectinaten bei *Sch. robusta* am stärksten ausgebildet, was auf eine lebhafte Assimilationsenergie deutet. Mit dieser steigert sich zugleich auch die Transpiration, weil die Reduplikation der Spaltöffnungen oft wahrzunehmen ist (Taf. V, Fig. 34). Im übrigen zeigen die stomatorischen Leisten die Eigentümlichkeiten derjenigen der *Sch. fistulosa*.

Es ist eine interessante Erscheinung, daß die gesteigerte Energie der Transpiration und des an Chlorophyll reichen Chlorenchyms auch in der Ausbildung robusterer Sporangiophylle sich geltend macht. An der Unterseite liegen zwischen dünnwandigen Hautzellen die zahlreichen Spaltöffnungen zerstreut, ohne daß jedoch, die an den *Schizaea*-Blättern ausnahmslos so charakteristischen Spaltöffnungsreihen (= stomatorische Leisten) an den Sporangiophyllen festzustellen wären (Taf. V, Fig. 33).

Im unteren Teile der Blätter wiederholt sich das schon Gesagte; zwischen ihren Zellen sind schizogene Räume wahrzunehmen, wie auch bei der mit ihr habituell ähnlichen *Sch. Hallieri* (Taf. III, Fig. 16 *ch*).

4. *Schizaea malaccana* BAKER.

Eine charakteristische *Schizaea* der malayischen Halbinsel und der Philippinen ist BAKERS *Sch. malaccana* (8. 428), deren von PRANTL mitgeteilte pflanzengeographische Daten fehlerhaft sind. Übrigens bemerkt PRANTL selbst, daß er die Pflanze nicht gesehen hatte (4. 136 sub δ).[2])

Die Exemplare des Kew-Herbariums, welche ich untersuchte, stammen alle von der Halbinsel Malaka (H_{25-28}). Die *Sch. malac-*

1) Da von schematischen Figuren die Rede ist, umfaßt *hr* diesmal auch die seitlichen Bastbündel; so auch in der Fig. 20, Taf. III, wo die Linie *hr* ebenfalls zu der „semilunaren Krümmung" geführt sein sollte.

2) „America australis temperata" und „? Africa orientalis" sind daselbst zu streichen.

cana kommt auch auf 3—4000 engl. Fuß hohen Bergen vor und nach kritisch gesichteten Daten der Standorte scheint es, daß der Mittelpunkt ihrer Verbreitung von Birma über Borneo bis zu den Philippinen der nördliche Teil Borneos ist (Serawak oder Sarawak). Von ebendaselbst erwähnt sie BAKER (**31.** 44), dessen Exemplare in der Sammlung des Prinzen ROLAND DE BONAPARTE vorhanden sind.

Mit der ausführlichen anatomischen Untersuchung der *Sch. malaccana*, insbesondere inbezug auf die Stele, befaßten sich TANSLEY und CHICK (**22**), weshalb ich diese *Schizaea* nur beschränkt und im Rahmen der These behandle, zumal TANSLEYS meine Erörterungen unmittelbar berührende Fig. 6 u. 8 auf Taf. XXV (**22**) schlecht sind.

Das treffliche Habitusbild der *Sch. malaccana* von TANSLEY-CHICK (**22.** Taf. XXV, Fig. 1) verrät sofort, daß sie, nachdem sie in ihrem Habitus eher an die *Sch. pusilla* und *australis* erinnert, von *Sch. fistulosa* auch in ihren Einzelheiten eine solch abweichende Form zeigt, daß — im Gegensatze zur Ansicht PRANTLS (**4.** 136 sub ?δ) — eher die von den Engländern festgehaltene Auffassung als Art berechtigt erscheint (**11.** 616).

Ich würde die *Sch. malaccana* als eine verkrüppelte Varietät der *Sch. robusta* betrachten und zwar nach jener überraschenden Analogie, die ich nach den Exemplaren der *Sch. malaccana* aus Malaka von SCORTECHINI feststellen konnte (H_{28}). Das Querschnittsbild des mittleren Teiles der als „mollia flexuosa" bezeichneten Blätter (**4**, 136 sub δ; Taf. IV, Fig. 26) ist in gewissen Fällen täuschend ähnlich dem Strukturbild des Blattes von *Sch. robusta* (Taf. V, Fig. 38). Das Chlorenchym der kurzen Blätter ist relativ stark entwickelt und, wie bei den übrigen, homogen; von diesem hebt sich das peripheriale und das auf die Epidermis reduzierte Stereom mit seinen stark verdickten und verholzten Zellen scharf ab. Die Konkavität der ventralen Furchen ist gering. Die Krümmung der Blattränder verrät die Tendenz der Beugung gegen die dorsale Seite zu (Taf. IV, Fig. 26 $x-x$), gleichsam als Übergangserscheinung zu *Sch. Hallieri*, wo diese Tendenz auch vollkommen zur Geltung gelangt (Taf. III, Fig. 14; Fig. 20 $x-x$).

Die Verkieselung der *Sch. malaccana* ist sehr gering, überraschender Weise auch bei *Sch. robusta*. Nach der Verbrennung des für die Untersuchungen in sehr geringer Menge verfügbaren Materials auf der Platinplatte gelang es mir trotzdem festzustellen, daß die bekannten Kieselwarzen der Schizaeen (**1.** Tab. V, Fig. 5; Tab. II, Fig. 9) auch bei dieser Art, wenn auch sporadisch, vorhanden sind.

Die Bezeichnung der Blätter als „mollia flexuosa" in der Beschreibung der Pflanze wird außer der schwachen Verkieselung durch das relativ reich ausgebildete Chlorenchym und das reduzierte peripheriale Stereom, welches dem Prinzip der Biegungsfestigkeit vollkommen entspricht, genügend erklärt. Die Blätter sind nicht steif, die sterilen sind durchschnittlich nicht kürzer, als die fertilen derjenigen Exemplare des Kew-Herbariums, deren Größe im ganzen zwischen 6—16 cm variiert. Das Gepräge der Xerophilie ist an diesem Pflänzchen jedoch wahrnehmbar; die Lacinienzahl seiner kleinen Sorophore ist gering, durchschnittlich 3—6.

5. *Schizaea Hallieri* m.

(Sch. fistulosa Christ. p. p. — non Labill.)

Die Erforschung der Vegetationsverhältnisse des äquatorialen, in holländischem Besitz befindlichen größeren Teiles Borneos verdanken wir außer Teysmann den ausgiebigen Sammlungen von Nieuwenhuis, hauptsächlich aber dem bewundernswerten Eifer Hans Halliers (**2**).

Unter den Schizaeen (*Sch. dichotoma*, *Sch. digitata*), welche Hallier in den vom Ozean weit entfernten und vom Einflusse desselben gänzlich unabhängigen Mittelgebieten gesammelt hat, ist mir jene *Schizaea* aufgefallen, welche nach Christ die typische *Sch. fistulosa* Labill. wäre und wie er betont, nicht die *Sch. malaccana* Bak. (**3.** 140).[1])

1) „C'est le type austral — Christ l. c. — à frondes élancées, raides et non le *S. Malaccana* Bak. plus petit, à frondes faibles et flexueuses, qui se trouve assez répandu dans l'Archipel Malais et qui est trouvé à Borneo aussi."

Letzteres betrifft aber den nördlichen (Sarawak) und nicht den äquatorialen Teil Borneos!

HALLIERS Pflanze weicht wirklich sowohl morphologisch, wie anatomisch und auch pflanzengeographisch von *Sch. malaccana* ab; in letzt genannter Hinsicht scheint in ganz Mittel- und Südborneo, wo *Sch. Hallieri* gefunden wurde, *Sch. malaccana* zu fehlen. Dieselbe ist anscheinend in ihrer Verbreitung auf das englische Sarawakgebiet Borneos beschränkt, wo wiederum *Sch. Hallieri* kaum vorkommen dürfte.

Die ausführliche morphologische und anatomische Untersuchung der von HALLIER gesammelten *Schizaea* widerspricht der nur auf die exomorphologische Untersuchung der Pflanze begründeten Auffassung CHRISTS, nach welcher die in Frage stehende *Schizaea* quasi als „Typus" der *Sch. fistulosa* zu betrachten wäre.

Die Höhe der von HALLIER gesammelten Exemplare im Rijks-Herbarium zu Leiden[1]) variieren zwischen 20—40 cm; ihr möglichst getreues Habitusbild, in der Länge verkürzt, sonst in natürlicher Größe, wird auf Taf. IV, Fig. 21 gegeben.

In morphologischer Hinsicht sei bemerkt, daß die ebenfalls lineallänglichen Blätter der *Sch. Hallieri* bedeutend steifer sind als diejenigen von *Sch. fistulosa*, welche nach PRANTL bis 37 cm lang werden. Nach dem Ausglühen von Blattfragmenten auf Platin bleiben noch mikroskopisch sehr gut zu untersuchende Teile des Hautgewebes zurück mit ihren die Schizaeen allgemein charakterisierenden verkieselten Warzen (Taf. II, Fig. 9).

Die an den Herbarexemplaren wahrnehmbare große Fragilität ist darauf zurückzuführen, daß unter den bisher behandelten Schizaeen wohl *Sch. Hallieri* die am meisten verkieselte ist. Ihre fertilen und sterilen Blätter wetteifern in der Länge miteinander; ihre Farbe — soweit dies an den im Bereiche des Äquators künstlich getrockneten Exemplaren festzustellen war — ist gegenüber der gelblich-grünen (pallide virens) von *Sch. fistulosa* eher als grau-braun (griseo-brunneus) zu bezeichnen. Nach meinen Messungen können die Sorophore der *Sch. fistulosa* die allerdings beträchtliche Länge von 37 mm erreichen

1) Die übrigen sind zurzeit im Herbar zu Buitenzorg (Java), mit Ausnahme des behufs Bestimmung an CHRIST gesandten Exemplares, welches wieder durch Ankauf des „CHRIST-Herbars" an Prinz R. DE BONAPARTE nach Paris gelangte.

(H_4). — PRANTL schätzt sie bis auf 3 cm (**4.** 136); die bis zu 27—27 zählenden Lacinien sind mit denjenigen von *Sch. Hallieri* verglichen dicker, sonst untereinander gleich, aber durchschnittlich auch kürzer als diejenigen von *Sch. Hallieri*. Die Zahl der Lacinien wird durch LABILLARDIÈRE (welcher übrigens auf **7.** Taf. 250, Fig. 3 hiervon ein gutes Bild gab) mit 8—15, durch BAKER (8. 429) mit 10—20, von PRANTL (**4.** 135) mit 16—23 angegeben; dies wären die durchschnittlichen Zahlen (Taf. I, Fig. 4).

Die Sorophore der *Sch. Hallieri* sind dagegen in ihrem Umrisse deltoid (Sorophora oblique erecta), indem die Sorophorie bildenden fertilen Lacinien, d. h. die Sporangiophylle gegen die Spitze der Sorophorie zu sich sukzessive verkürzen (Taf. I, Fig 5), wodurch sie sich augenscheinlich von der durchweg gleichmäßig schmalen (Taf. I, Fig. 4) und gewöhnlich bei weitem längeren Sorophorie der *Sch. fistulosa* unterscheiden (Sorophora incurvo-erecta). Die fertilen Segmente der *Sch. Hallieri* sind ganz schmal (lineal), in ihrem reifen Zustande seitlich bleibend federförmig (Sorophora laciniis plumoso-secundis: Taf. IV, Fig. 21 *t—t*), dagegen bei *Sch. fistulosa*, wie dies auch in der Fig. 3, Taf. 250, **7.** LABILLARDIÈRES richtig angegeben, handförmig divergierend (Sorophora laciniis demum patentibus), wie bei der Sorophorie der *Sch. malaccana* (**22.** Taf. XXV, Fig. 1).

Bevor ich zu der Schilderung der besonders interessanten anatomischen Verhältnisse der *Sch. Hallieri* übergehe, erachte ich es für notwendig, die Diagnose der *Sch. fistulosa* LABILL. — hauptsächlich nach dem Originalexemplare und -bilde LABILLARDIÈRES[1]) zu präzisieren, da die PRANTLsche Beschreibung (**4.** 134—6) schon wegen der Zusammenfassung der *Sch. australis*, *robusta* und *malaccana* zu sehr verallgemeinert und auf die LABILLARDIÈREsche *Sch. fistulosa* s. str. in ihren Einzelheiten überhaupt nicht zutreffend ist.

---

1) Die Universitätsbibliothek zu Leiden ist reich an alten botanischen Werken; ihre Direktion stellte mir mit der größten Liberalität und, — was während der Forschungsarbeiten im Laboratorium so wichtig ist, immer allsogleich die erbetenen, oft sehr wertvollen Werke zur Verfügung. Dies sei an dieser Stelle mit dem Ausdrucke meines herzlichen Dankes besonders hervorgehoben.

A. *Schizaea fistulosa* Labill.

Nov. Holland. Plant. spec. 1806. T. II. p. 103. tab. 250. fig. 3! Prantl 4. p. 135 cum litteratura citata et Synon., quoad diagnosin ex part. tantum, exclus. varr.

Rhizoma crassiusculum caespitosum, pilis fuscis vestitum, radiculis elongatis, subnudis. Folia usque 37 cm longa, indivisa, simplicissima, filiformia, nuda, parum rigida, saepe flexuosa, pallide virescentia, versus apicem canaliculata et sparsim muriculata, versus basin semiteretia, sterilia apice acutiuscula.

Sectio transversa mediana ± semilunaris latere ventrali concava, hinc-inde subplana; stereoma periphericum (= epidermis + hypoderma) dorso lateribusque vel etiam per totum marginem interrupte duplex, ceterum simplex.

Sorophora usque 37 mm longa, initio secunda, laciniae (= sporangiophylla) 8—16—27-jugae, angulo fere recto a rhachi divergentes, interdum aequilongae, hinc-inde per paria conniventes vel subexpansae, demum in statu maturo per totam longitudinem expansae, 3—5 mm longae, circiter 1 mm latae; in margine lacerae pilisque longis brevibusque latis obsitae, costa glabra. — Sporae laeves.

Habit. in promont. Van Diemen (Labill. l. c. Willd. herb. Nr. 19486! et in herb. Lugd.-Batav! H_{1-2}). Australia occid. (Pritzel, Nr. 251 in herb. Lugd.-Batav. = H_4)! Victoria: Gippsland (Kew-Herb. = H_5)! Port Phillip (Mueller: Phytol. Mus. of Melb. in herb. Dr.-is Al. Richt. = H_6)! — New-Zealand (Helm: Greymouth, in herb. Dr.-is Al. Richt. = H_7)! in herb. Princ. Rol. de Bonaparte. — Hochstetter: Manukau-Waiaku, Nr. 89 in herb. Vindob.! = H_9). — New-Caledonia (Schlechter: Jauhé Nr. 14753, in herb. Lugd.-Batav. = H_3. — Bonati: Mont Koghi, Nr. 474 = H_8)! — Chile (Valdivia: Corral, in herb. Kew et in herb. Lugd.-Batav. = H_{10-13})!

B. *Schizaea Haiellri* n. sp. vel ssp.

Sch. fistulosa Christ p. p. Fil. Born 4 p. 140 et in herb. Lugd.-Batav. — non Labill. l. c. — Tab. VI. fig. 21.

Rhizoma caespitosum, vermiculare, pilis castaneis dense vestitum; radiculis elongatis nudis.

Folia usque 40 cm longa, simplicissima, indivisa, filiformia, nuda, rigida, in sicco perfragilia, haud flexuosa, griseo-brunnea, versus basin semiteretia, versus apicem parum concava, in sicco dorso magis late canaliculata, inter stomata medio subconvexa, versus apicem inprimis muriculata, sterilia apice acutiuscula.

Sectio transversa mediana in ambitu quadrangularis, angulis dorsalibus leviter prominentibus, versus apicem fere obverse semilunaris.

Stereoma peripheriçum in medio folii fere ad epidermidem valde incrassatam reductum, in partibus interrupte duplex.

Sorophora usque 12 mm longa, leviter recurva, laciniae (sporangiophylla) usque 12-jugae per paria conniventes, demum in statu maturo plumoso-solutae subflexuosaeque postremae longiores, usque 8.5 mm longae, decrescentes, sine exceptione angustissimae, quasi filamentosae, 0.5 mm latae, margine lacerae pilisque demum brevibus vel potius papillis latis obsitae, costa glabra.

Habit. Borneo-batava occid., procul a mare, in dicione fluminis Sungei Sekedóuw, satis frequens solo arido in silvis apertis humilibus Myrtaceis, una cum *Burmannia disticha* L.

Legit detexitque Dr. Hans Hallier d. 21. m. I. a. 1894, cuius in honorem atque memoriae amicitiae nostrae causa hanc Schizaeam satis libenter dicavi.

Exemplaria originalia in herb. Lugduno-Batavorum, in herb. Bogoriensi, in herb. Principis Rolandi de Bonaparte Lutetiis-Parisiorum atque in specim. fragm. in herb. Dr.-is Al. Richter sub Nr. B. 2150.

Differt typus australianus foliis brevioribus minus rigidis, flexuosis, pallide virescentibus, sectione mediana semilunari dorso convexo vel subelliptica, stereomate peripherico interrupte duplici,

sorophoris longioribus æquilatis, sporangiophyllis latioribus brevioribusque, in statu maturo patentibus.

Schizaea robusta statura magis robusta, foliis saturate virentibus latioribus flexuosis, costa prominente, dorso in sicco bisulcatis sectione mediana transverse oblonga, ventre medio profunde sulcata, stereomate peripherico per totum marginem æquicrassum stratis binis vel trinis composito, sorophoris robustioribus latioribusque a *Sch. Hallieri* bene discrepat.

Neben der australisch-tasmanischen *Sch. fistulosa* ist gewiß *Sch. robusta* diejenige Art, welche augenscheinlich der *Sch. Hallieri* nahe steht. Ich könnte behaupten, daß die *Sch. robusta*, wie auch die *Sch. Hallieri* unter dem Einflusse der Tropen entstandene Artenbildungen des eigentlich unter gemäßigter Zone lebenden Typus der *Sch. fistulosa* sind.

Diese Artentwicklung äußert sich besonders in den Strukturverhältnissen der aus der Mitte der Blätter genommenen Querschnitte; ein Beispiel hierzu bietet die in dieser Hinsicht fast auffallende und oben geschilderte *Sch. robusta* (Taf. V, Fig. 32, 38).

Analog der Abgliederung der *Sch. robusta* von *Sch. fistulosa* auf den Sandwichinseln stellt *Sch. Hallieri* einen ähnlichen Fall in der äquatorialen Zone Borneos dar. Ihr reichlich entwickeltes Chlorenchym wird durch ein peripheriales und fast auf die Epidermis reduziertes Stereom in sehr charakteristischer Weise begrenzt (Taf. III, Fig. 14).

Das Querschnittsbild des Blattes der *Sch. robusta* ist länglich-eiförmig (Taf. V, Fig. 32, 38), dagegen dasjenige der *Sch. Hallieri* vierkantig (Taf. III, Fig. 14). Die Abrundung der ventralen Kanten steigert sich gegen den oberen Teil des Blattes und demgemäß steigert sich auch die Verlängerung der zwei dorsalen Seitenkanten (Taf. III, Fig. 20 $x-x$), infolgedessen ist das Querschnittsbild zwar $\pm$ semilunar, jedoch verglichen zu dem *fistulosa*-Typus umgekehrt (Taf. I, Fig. 1; Taf. IV, Fig. 29 $hr-hr$).

Die durchweg tiefere Furche der Rückseite entsteht, samt den stomatorischen Leisten, auf der Blattunterseite der *Sch. Hallieri* (Taf. III, Fig. 14, 20 $d-d$), dagegen kann die Konkavität der ventralen Seite, welche immer geringer ist, nachträglich auch ver-

schwinden (Fig. cit. $v-v$). Die in das Blattfleisch der *Sch. robusta* auffallend tief eindringende ventrale Furche bleibt auch dann noch erhalten (Taf. V, Fig. 32 *v*), wenn die Doppelfurchung der Rückseite (Fig. cit. $s-s$) infolge der Auswölbung derselben aufhört (Taf. V, Fig. 38 $v-d$). Bei *Sch. Hallieri* erfolgt die Auswölbung auf der die Spaltöffnungen entbehrenden Ventralseite der Blätter aber in geringerem Maße und nie auf der mit stomatorischen Leisten versehenen Blattfläche (Taf. III, Fig. 14, 20 $v-d$).

Daß die *Sch. Hallieri* sich dem sogen. semilunaren Blattquerschnittstypus der *Sch. fistulosa-robusta* ganz entgegengesetzt verhält, wird auch durch Anwendung eines Lignin (WIESNERschen Resorcin usw.)-Reagens sofort ins Auge fallen. Die Sichel der verholzten Elemente der Stele (Hadrom + Bastfasern) zeigt sich dann bei *Sch. Hallieri* parallel zur Umrißlinie des Blattquerschnittes (Taf. III, Fig. 20 *hr*, $x-v-x$), während sie bei *Sch. fistulosa* und *Sch. robusta* im entgegengesetzten Sinne orientiert ist (Taf. IV, Fig. 29; Taf. V, Fig. 38 *hr*, $x-v-x$).

Die unter den Pectinaten mit dem stärksten Chlorenchym versehene und minder verkieselte *Sch. robusta* hat ein relativ stärkeres peripheriales Stereom (Taf. V, Fig. 32 $e-h$), welch letzteres bei *Sch. Hallieri*, insbesondere im oberen Teile des Blattes, sich beinahe auf die Epidermis reduziert, deren aus stark verdickten Zellen gebildeter und vom Chlorenchym sich scharf abhebender Ring jedoch dem Blatte eine entsprechende mechanische Festigkeit verleiht, auf welche das auf eine beträchtliche Länge herangewachsene und halmartige Blatt besonders angewiesen ist (Taf. III, Fig. 14 *e*).

Die *Sch. Hallieri* ist in dem durch das ganze Jahr dauernd regnerischen tropischen Urwalde unter günstigere Lebensverhältnisse gelangt. Sie kann lebhaft transpirieren; in Anpassung an diese Funktion erinnern die Spaltöffnungsreihen ihrer Struktur nach an diejenigen der *Sch. pennula* (**1.** Taf. V, Fig. 3), noch eher an diejenigen von *Sch. pusilla* (**1.** Taf. VI, Fig. 16).

Ihre mehr ovoid-länglicheren Spaltöffnungen aber verengern sich in schmälere stomatorische Leisten in einem Prosenchym von plötzlich verdickten und verholzten Zellen (Taf. II, Fig. 10).

IV. Über die Sporangiophylle und Sporen.

Die sorophorialen oder fertilen Lacinien (Sporangiophylle = Laciniae sorophori PRANTL l. c. = fertile Segmente DIELS l. c.) verhalten sich inbetreff der Trichombildung der Hautzellen, wie von PRANTL (**4.** 134), resp. DIELS (**32**) angegeben, sozusagen nach den Arten verschieden, — nicht aber in Bezug auf ihre Sporen.

Die fertilen Lacinien der *Sch. pusilla* und *Sch. pectinata* zeigen an ihren Rändern und Rippen Trichome, jene von *Sch. tenella* nur Papillen; jene von *Sch. fistulosa* endlich, deren Formenkreis auch als „Arten" unterschiedene Glieder umfaßt (*Sch. australis, robusta, malaccana*), welche nach PRANTL (**4.** 134) nur „in den Dimensionen" differieren, sind fast kahl.

Mit ihren areolaten Sporen steht die *Sch. pusilla* (Taf. IV, Fig. 31) im Gegensatz zu allen Arten der Gruppe Pectinatae, wo die Sporen im allgemeinen glattwandig sind (Taf. I, Fig. 6; Taf. II, Fig. 12—13; Taf. III, Fig. 15, 17; Taf. IV, Fig. 27—28, 30; Taf. V, Fig. 37).

Das spärliche Material, welches mir zwecks mikroskopischer Untersuchung zur Verfügung stand, machte das Studium der fertilen Blattabschnitte an zahlreichen Individuen unmöglich, weshalb ich mich mit der Feststellung der folgenden Tatsachen begnügen muß. Die fertilen Segmente der *Sch. pusilla* führen sehr dünnwandige, oft nur einzellige, ± lange Haargebilde mit abgerundeten Endzellen, welche (nämlich die Trichome) in der Zahl gegen die Spitze der fertilen Lacinien zunehmen. Ähnliche, aber oft auffallend lange und bizarr gekrümmte Haargebilde sind auf den Lacinien der *Sch. pectinata* aber in weit größerer Zahl zu konstatieren (Taf. IV, Fig. 25).

Dagegen ist es Sache der individuellen Auffassung, ob wir die in der ganzen Länge der fertilen Segmente von *Sch. tenella* vorkommenden, sonst spärlichen Haargebilde, welche oft über die Sporangien hervorragen, nach PRANTL für „Papillen" (PRANTLs vorsichtiger Ausdruck: papillae elongatae, **4.** 135) oder aber für Trichome halten sollen (Taf. IV, Fig. 23). Die Sporen derselben Art sind wohl auch nur im praktischen Sinne des Wortes als glattwandig zu nehmen (Taf. III, Fig. 17).

Konsequenterweise gebrauchte ich bei den Vergleichungen

der verschiedenen Sporen immer dieselbe Vergrößerung, und ich beobachtete, daß diese Sporen im Vergleiche zu denjenigen der *Sch. pectinata* eben nicht tadellos glatt sind; an der Exine sind nämlich hier und da kutikulare Höckerchen wahrzunehmen.

Nach dem Verhalten der Trichome ist *Sch. tenella* tatsächlich eine Mittelform zwischen *Sch. pectinata* und *Sch. fistulosa*; auf den fertilen Lacinien der letztgenannten sind die Haargebilde wirklich nur papillenartig (margine lacerae pilisque brevibus latis obsitae: Pr. **4.** 135. — Taf. V, Fig. 36). Diese papillösen aus den Sporangien nicht hervorragenden, gewöhnlich sporadischen Haargebilde sind auch bei der *Sch. fistulosa* aus Chile gleichartig gebaut; auch die Sporenwandung zeigt keine erwähnenswerte Abweichung (Taf. I, Fig. 6 und Taf. II, Fig. 12). Glatt sind die Sporen der *Sch. robusta* (Taf. IV, Fig. 28) und zugleich glatt zu betrachten wären auch die kurzen und nur sporadisch papillösen Lacinien derselben Art. Längs der Sporangienreihen sind auch die glattsporigen Lacinien der *Sch. Hallieri* nackt, mit Ausnahme der Spitzen derselben, deren Zellen sich in Gestalt zahlreicher Papillen, resp. von die Länge der Sporangien überragenden papillösen Haargebilden herausstülpen (Taf. IV, Fig. 24) — im allgemeinen ein anatomisches Merkmal, welches im Gegensatze zur *Sch. robusta* auch systematisch ganz gut verwendbar ist.

Die *Sch. malaccana* ist eine tropische, dagegen die *Sch. australis* eine antarktische Zwergform aus dem Formenkreise der „Sch. fistulosa"; mit ihrer Verkümmerung ist zugleich die Kleinheit der Sorophore verbunden, ihre fertilen Segmente sind vollkommen kahl und im ganzen 2—3 cm lang. In dieser Hinsicht erinnern sie stark an *Sch. fistulosa*, weil an den papillös aufgelösten Rändern der Sporangiophylle „paarweise verknüpfte Papillen" wahrzunehmen sind, wie bei der *Sch. fistulosa* (Taf. V, Fig 36 *a*). Diese sind aber bedeutend kürzer. Die ovoiden Sporen von *Sch. malaccana* (Taf. IV, Fig. 27) und die rundlichen der *Sch. australis* (Taf. III, Fig. 15) sind ebenfalls glatt und im Verhältnis zu den übrigen kleiner.

Schon nach der Tendenz der Lazinienbildung erinnert der Habitus der *Sch. rupestris*, welche ausschließlich in Australien zu Hause ist, an die südafrikanische *Sch. pectinata*, obgleich sie so-

wohl morphologisch, als auch teilweise anatomisch von allen Pectinaten die abweichendste ist; ihre Sporen (Taf. V, Fig. 37) sind jenen der *Sch. malaccana* ähnlich (Taf. IV, Fig. 27), d. h. etwas kugelig, glatt und klein. Die fertilen Segmente sind kahl, ihre Papillen auch sporadisch und kurz.

Von Verschiedenheiten der Arten hinsichtlich der Sporangien und Sporen kann eigentlich kaum die Rede sein. Die Sporenzahl ist nach BOWER (**33**) in einem Sporangium durchschnittlich 128 (typical number). Die Größe der Sporen kann verschieden sein (vergl. die angegebenen Sporenfiguren miteinander), ist meiner Ansicht nach aber taxonomisch kaum verwendbar.

V. Zusammenfassung: Die Xerophilie der Schizaeen aus der Gruppe Pectinatae vom Gesichtspunkte der physiologischen Anatomie, mit Beziehung auf die Grade der Artentwicklung. — Die Phylogenie derselben Gruppe nach unserem heutigen biologischen und phytopaläontologischen Wissen.

Als Zusammenfassung der bisherigen Ausführungen können wir feststellen, daß bei den Schizaeen aus der Gruppe Pectinatae, schon deshalb, weil ihre Blätter sich morphologisch nicht in „Stiel" und „Spreite" gliedern, also in ihrer ganzen Länge äußerlich einförmig sind[1]), ferner infolge ihrer beispiellosen geographischen Verbreitungsverhältnisse die Spuren der in der entsprechenden Anpassungsfähigkeit sich kundgebenden Abweichungen mehr in der inneren Organisation zur Geltung gelangen müssen.

Diese in allen ihren Teilen reduzierten Schizaeen sind „Urformen", auch unter den Schizaeen die einfachsten Formen; die ihnen gegenüberstehenden Lebensverhältnisse — Tropen, gemäßigtes Klima, Trockenheit und viel Regen, Antarktis und Alpengegend! — sind die möglichst extremen. Im Interesse ihrer Erhaltung ist der Erfolg des Kampfes offenbar durch die Lebenserfordernisse und, was mit diesen Hand in Hand geht, durch die in ähnlichem Verhältnis erfolgende Reduktion der Glieder am ehesten zu sichern.

1) „ . . . . . the whole length of the frond being perfectly uniform externally" (**22.** 495).

In den Mitteilungen der Sammler, Beobachter und Beschreiber der bisher bekannten Formen können wir immer wieder die Erwähnung der großen Trockenheit, dann des moorig-nassen, im allgemeinen mageren, ja wüsten Bodens finden, selbst in der üppigen Tropenwelt, sodaß also die Schizaeen oft als einzige Vertreter der höher entwickelten Pflanzenwelt sich fortfristen können (*Sch. australis*).[1])

Neben der Anpassung, d. h. der völligen Geltendmachung der in allen Zügen erfolgenden Reduktion, bietet den nötigen Schutz in erster Reihe das stets gut entwickelte peripheriale Stereom mit nach den Arten zwar verschiedenen Umrissen, aber der Hauptsache nach doch gleichem Aufbau.

KAMERLING (**34**), mein sehr verdienter Forscherkollege zu Leiden, wirft neuerdings die Frage auf: »Welche Pflanzen sollen wir „Xerophyten" nennen?« Denn es ist eine Tatsache, daß es in der Pflanzenbiologie und physiologischen Anatomie die Xerophyten und die xerophile Struktur betreffend kaum noch einen anderen Begriff gibt, der so oft und immer wieder mit so abweichender Auffassung benützt würde.

Die Definition WIESNERS 1889: „Die typischen Xerophyten, Gewächse, welche auf den trockensten Böden auftreten, der Einwirkung hoher Sonnenwärme ausgesetzt und darauf angewiesen sind, auch in sehr trockener Luft zu leben" (**35.** 82) — ist vielleicht zutreffender als jene von JOST (**36.** 61).

Die Frage der Xerophilie schwankt tatsächlich bis auf den heutigen Tag zwischen der physiologisch-anatomischen und der pflanzengeographischen Auffassung, und KAMERLING, der in den Tropengegenden Brasiliens und Javas viel erfahrene Naturforscher, löst diese Frage kompetent mit einer Definition, welche die Summe der physiologisch-anatomischen und pflanzengeographischen Beobachtungen an den Schizaeen in vollem Maße deckt. Seiner Definition gemäß „sind ausschließlich solche Pflanzen Xerophyten zu nennen, welche für ihre normalen Lebensverrichtungen verhältnismäßig wenig Wasser brauchen

1) „Habit. Lord Aucklands group; upland places, very common on the hard soil, which is often bare of any vegetation but Lichens." HOOKER in **29.** Part. I, p. 111.

und welche, infolgedessen, sehr widerstandsfähig sind gegen Trockenheit" (**34.** 434). Demgemäß würde der Schwerpunkt der KAMERLINGschen Definition in dieser Weise tatsächlich nach der physiologischen Seite verlegt.

Auf dieser Grundlage fällt der aus dem „physiologisch-pflanzengeographischen Gesichtspunkte" sich ergebende scheinbare Widerspruch (**1.** 248, sub Punkt 7; **37.** 7) der in der Struktur der Schizaeen schließlich von lebhafter Transpiration zeugenden stomatorischen Leisten vollständig weg und die Schizaeen der Gruppe Pectinatae können uns unwillkürlich an das Leben gewisser Carices erinnern, welche, obwohl sie im allgemeinen an wasserreichen Boden gebunden sind, oft auch auf den Kampf mit völliger Trockenheit, ja sogar Kälte angewiesen sind, indem sie an den wechselnden Standorten der Erdrinde in betreffs Klima und Wasser unter völlig entgegengesetzte Verhältnisse gelangen können.

So spielen die Schizaeen, insbesondere die Pectinaten, mit ihren pflanzengeographischen Extremen selbst im Kreise der Schizaeen die führende Rolle.

Die Wirkung des Kampfes ums Dasein offenbart sich in der Ausgestaltung der Spezies und Varietäten. Der Standort der Pflanze ist der konstante, die Pflanze selbst aber der wechselnde (variable) Faktor; letzterer adaptiert sich naturgemäß dem konstanten Faktor, und KAMERLING gelangt zu der Folgerung, daß „dieser Auffassung tatsächlich Gültigkeit zukommt für verschiedene Variationen innerhalb der Grenzen der Art, sogenannte Standortsvariationen, lokale Rassen und Modifikationen unter dem Einflusse der Umgebung" (**34.** 453). Als solche sind die Schizaeen aus der Gruppe Pectinatae ausnahmslos zu betrachten.

Innerhalb des Formenkreises der „Sch. fistulosa" ist die formgestaltende Wirkung auf die Artentwicklung zunächst unmittelbar an der *Sch. australis* und *Sch. malaccana* wahrzunehmen, in gesteigertem Maße an der *Sch. robusta*, dann an der *Sch. Hallieri*, bis endlich die *Sch. pusilla*, im Vergleiche zur *Sch. tenella* in höherem Maßstabe die *Sch. pectinata* und schließlich die *Sch. rupestris* nach dem gegenwärtigen Stande der Artentwicklung in der Gruppe Pectinatae zu abgesonderten Typen werden.

Hinsichtlich der Xerophilie hat unter sämtlichen paläotropischen Schizaeen die *Sch. rupestris* die größte physiologische Metamorphose durchgemacht, und so kommt es, daß sich der Wirkung ihrer wesentlich abweichenden Lebensverhältnisse auch die „Struktur" nicht entziehen konnte. Es genügt an dieser Stelle, wenn ich außer auf ihr assimilierendes System auf die eigenartige Ausgestaltung ihrer besonders charakteristischen stomatorischen Leisten verweise (**1.** 268—70; Taf. VII, Fig. 22, 25—27; HOOKER: Gard. Ferns Taf. 42).

Dies ist ein gewisser Übergang zu den höchst entwickelten Schizaeen der Gruppe Elegantes in den neotropischen Gegenden (**1.** 277 et sequ.).

Aus den einfachsten Organismen werden die zusammengesetzten abgeleitet. Auf Grund dessen wären die Schizaeen der Gruppe Pectinatae die Urformen, als primitive Gestalten, deren „Blatt — wie es PRANTL im allgemeinen die Farne betreffend betont (**4.** 6) — urprünglich (d. h. phylogenetisch) fertil gewesen sein müsse und die sterilen Blätter und Blatteile erst mit der weiteren Ausbildung und Differenzierung hinzugekommen seien" — zu welch letzterer Erscheinung aber die Schizaeen der Gruppe Elegantes die Beweise liefern.

Unser phytopaläontologisches Wissen ist uns aber in dieser Hinsicht noch nicht genügend behilflich, da nach den aus den Lehren der Biologie gezogenen Folgerungen eine *Schizaea* augenscheinlich älteren Ursprungs ist, als die amerikanische *Schizaeopsis expansa* (FONT.) BER. aus der unteren Kreide Virginiens (**38.** 193 bis 198, Taf.. XII).

Das richtig restaurierte Bild der *Schizaeopsis expansa* verrät nämlich auf den ersten Blick den Charakter der Elegantes (**38.** 196), woraus folgt, daß der Vorfahr aus der Kreidezeit der auch heutzutage ausschließlich neotropischen Elegantes-Schizaeen in einer *Schizaeopsis expansa* auch aus der Gruppe Elegantes entspringt, mit gabelig geteilten und schon auffallend breiten Spreiten, jedoch mit an *Lygodium* erinnernden Sporen (sporae tetraëdrico-globosae)!

Über Schizaeen aus dem Paläozoikum wissen wir bis heute noch nichts (**39.** 423).

Meiner Ansicht nach ist es ausgeschlossen, daß sich in der aus dem Carbon bekannten *Senftenbergia elegans* CORDA eine *Schizaea* aus der Gruppe Pectinatae offenbaren könnte — ob wir uns nun ZEILLERS Ansicht anschließen, der dieselbe zu den Schizaeen rechnet, oder aber diejenige von SOLMS LAUBACH annehmen, der sie für eine Marattiacee hält — schon darum, weil ZEILLER dieselbe mit *Lygodium* vergleicht; noch weniger kann in diesem Falle von *Klukia* aus dem Jura die Rede sein (**40.** [164] 22), deren Zugehörigkeit zu den Schizaeen nicht zu bezweifeln ist. Von *Klukia* wurde bekanntlich in der Gegend von Krakau im Lias ein typisches und fertiles Exemplar entdeckt (*Klukia exilis* PHIL. — **41.** 189).

Aus allem, was eben gesagt wurde, ergibt sich, daß die paläontologische Wissenschaft diese Erkennung der „*Schizaea*-Urform" noch zu geben hat.

Der Biologe erblickt sofort und liest es den Petrefakten unzweifelhaft ab, daß sämtliche paläontologisch bisher bekannten Schizaeen, im Vergleiche zu einer *Schizaea* aus der Pectinataegruppe, schon in den genannten geologischen Epochen auf eine höhere Stufe der phylogenetischen Entwicklung gelangten, obwohl wir von den heute lebenden Schizaeen wissen, daß jene aus der Pectinatae-Gruppe Elementarformen sind, und daß, genetisch aus ihnen sich entwickelnd, mit der Gruppe Bifidae alle übrigen Schizaeen sich herausgebildet haben.

Leiden ('s Rijks Herbarium), 2. Juni 1914.

(Vorgelegt in der Sitzung der Math.-Naturwiss. Kl. der Ung. Akademie der Wissenschaften, am 18. Juni 1914).

VI. A. Die Zusammenfassung der bezüglichen Literatur.

1. Richter, Aladár, Phylogenetisch-taxonomische und physiologisch-anatomische Studien. Hierzu Taf. I—IX. — Mathemat. und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. XXX. (1912) 3. Heft (1915), pp. 214—297.

2. Hallier, Hans, Die botanische Erforschung Mittelborneos. — Naturwiss. Wochenschrift. Bd. XI. 1896. Nr. 7, 8, 9, 10.

3. Christ, H., Filices Borneenses. Fougères recueillies par les expéditions des MM. Nieuwenhuis et Hallier dans la partie équatoriale de Borneo. — Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. XX. 2-ème Sér. Vol. V. 1906. p. 140.

4. Prantl, K., Untersuchungen zur Morphologie der Gefäßkryptogamen. II. Heft. Die Schizaeaceen, morphologisch und systematisch bearbeitet. Mit 8 Tafeln u. 1 Holzschnitt. Leipzig, 1881.

5. Radlkofer, L., Über die Methoden in der botanischen Systematik insbesondere die anatomische Methode. Festrede, gehalten in der öffentl. Sitzung der k. Akademie der Wissensch. zu München am 25. Juli 1883. — München, 1883.

6. Christ, H., Die Geographie der Farne. Verl. v. Fischer, Jena, 1910.

7. Labillardière, J. J., Novae Hollandiae Plantarum specimen. Parisiis, Tom. II. 1806. p. 103.

8. Hooker-Baker, Synopsis Filicum, London, 1868.

9. Christ, H., Die Farnkräuter der Erde, Jena, 1897.

10. Bentham-Mueller, Flora Australiensis, London, 1863—1878.

11. Christensen, C., Index Filicum. Hafniae, 1906.

12. Cheeseman, T. F., Manual of the New Zealand Flora. New Zealand, 1906.

13. Baker, Ferns collected in Madagascar by M. Humblot. — Journ. of Botany, Vol. XXII. 1884.

14. Philippi, R. A., Plantarum novarum Chilensium Centuriae sextae continuatio. — Linnaea Vol. XIV. 1859—60.

15. Hillebrand, W., Flora of the Hawaiian Islands. London—New-York—Heidelberg, 1888.

16. Drake del Castillo, Flore de la Polynésie française. Paris (éd. G. Masson), 1893.

17. Gaudichaud, M., Rapport sur la Flore des îles Malouines. — Ann. Sc. Natur. Tom. 5-ème, 1825.

18. Diels, L., Die Pflanzenwelt von West-Australien südlich des Wendekreises. In Engler-Drude: Die Vegetation der Erde. Bd. VII. Leipzig, 1906.

19. Warburg, O., Beiträge zur Kenntnis der papuanischen Flora. — Englers Botan. Jahrb. Bd. XIII. 1891.

20. Hallier, H., Über frühere Landbrücken, Pflanzen- und Völkerwanderungen zwischen Australasien und Amerika. — Mededeelingen van 's Rijks Herbarium, Leiden, 1912. Nr. 13.

21. Boodle, L. A., On the Anatomy of the Schizaeaceae. — Ann. of Botany, Vol. XV. 1901.

22. Tansley, A. G. and Chick, Edith, On the structure of Schizaea malaccana. — Ann. of Botany, Vol. XVII. 1903.

23. Boodle, L. A., Further observations on Schizaea. — Ann. of Botany, Vol. XVII. 1903.

24. Jeffrey, E. Ch., The structure of the stem in the Pteridophyta and Gymnosperms. — Philos. Transact. Ser. B. 1903. Vol. 195.

25. Boodle, L. A., Comparat. Anatomy of the Hymenophyllaceae, Schizaeaceae and Gleicheniaceae. — Ann. of Botany, Vol. XIV. 1900. Nr. LV.

26. Russow, Ed., Vergl. Untersuch. d. Leitbünd. — Kryptog. Mém. de l'Acad. imp. d. Sc. St. Petersb. VII. Sér. T. XIX. Nr. 1.

27. Petiver, James, Opera Hist. Natur. Spect. London, 1764. Gazoph. Nat. et Artis Decas sept.

28. Presl, C. B., Suppl. Tentam. Pteridogr. Pragae, 1845.

29. Hooker, J. D., The Botany of the Antarctis. Voyage of H. M. Discovery Ships Erebus and Terror in the years 1839—1843 etc. London, 1847. — Flora Antarctica. Part. I. II.

30. Luerssen, Chr., II. Gefäßkryptogamen in Wawra, Beitr. zur Flora der Hawaiischen Inseln. — Flora, Jahrg. 58. (1875) p. 419.

31. Baker, J. G., Report on a collection of ferns made in the North of Borneo by Mr. F. W. Burbidge. — Journ. of Botany, New Ser. Vol. VIII. 1879.

32. Diels, L., Schizaeaceae. — In Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamil. Teil I. (1902) Abt. 4 p. 362.

33. Bower, F. O., Studies in the Morphology of Sporeproducing Members. IV. The Leptosporangiate Ferns. — Philos. Transact. 1900.

34. Kamerling, Z., Welche Pflanzen sollen wir „Xerophyten" nennen? — Flora od. Allgem. Botan. Zeit. Neue Folge. Bd. VI. 1914. Heft 4.

35. Wiesner, J., Biologie der Pflanzen. Wien, 1889.

36. Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Aufl. 3. Jena, 1913.

37. Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiol. Grundlage. Jena, 1898.

38. Berry, Edw. W., A. Lower Cretaceous Species of Schizaeaceae from Eastern North America. — Ann. of Botany, Vol. XXV. 1911. Nr. XCVII. Jan.

39. Jongmans, W. J., Palaeobotanik. — In Hinneberg, P., Kultur der Gegenwart (Abstammungslehre. Systematik. Paläontologie. Biogeographie) 1914. Teil III. Abt. IV. 4.

40. Raciborski, Mar., Flora Kopalna Ogniotrwałych Glinek Krakowskich. II. Krakowie, I. 1894.

41. Zeiller, R., Les Progrès de la Paléobotanique de l'ère Gymnospermes. — Progressus Rei Botanicae. Bd. II. 1907.

VI. B) Spezieller Ausweis der den Untersuchungen zu Grund gelegten Herbarexemplare.

(Die Bezeichnung der Reihenfolge der Zahlen entsprechen den im Texte befindlichen ähnlichen und eingeklammerten Bezeichnungen.)

H_1. *Sch. fistulosa* Labillardière. — Spec. Orig. in Herb. Willden. sub Nr. 19486 in Herb. Mus. Botan. Berolin. ex Nova-Hollandia! (**7**).

H_2. *Sch. fistulosa* Labill. — Van Diemen. In Herb. Lugd.-Batav.!

H_3. *Sch. fistulosa* Labill. — Schlechter: Iter Neo-Caledonicum. Nr. 14753. Auf den Bergen bei Jaouhé, 600 m leg. Schlechter, 22. IX. 1902. In herb. Lugd.-Bat.!

H_4. *Sch. fistulosa* Labill. — E. Pritzel: Plantae Australiae occidentalis. Nr. 251. District South West Plantagenet. In fruticetis collium humidiorum haud procul mare. I. 1901. In herb. Lugd.-Batav.!

H_5. *Sch. fistulosa* Labill. — Gippsland! in herb. Kew. „This curious little fern is rather rare on the wet sandy plains in this neighbourhood called Heathy Plains where I collected it 10. Dec. 1836 and also again in this season. I am anxious to know the name of this fern: R. Gunn" — mscr. in herb. Kew.!

H_6. *Sch. fistulosa* Labill. — Phytol. Museum of Melbourne. — Reise Sr. M. S. Saida 1891. Oakleigh, Port Phillip. 6. 90. Br. F. v. Mueller! Herb. Dr.-is Al. Richt.

H_7. *Sch. fistulosa* Labill. — S. Helms: Flora Zelandica: Greymouth! In herb. Prof.-is Al. Richter. — Ein anderes Exemplar von Helms (aus New-Zealand (a. 1884. Papavon Range, inter lapides in apertis) ist auch im Herbar des Prinzen Roland de Bonaparte in Paris vorhanden, mit dem folgenden:

H_8. *Sch. fistulosa* Labill. — Bonati: New Caledonia. Mont Koghi, 1906. Nr. 474. — Mont Mon, 1000 m. 1908. Nouméa! sec. Christ = Sch. propinqua A. Cunningh. Ist nur Syn. v. *Sch. fistulosa* (**4.** 135; **8.** 429 in part.); **11.** 617.

H_9. *Sch. fistulosa* Labill. — N.-Zealand: Manukau-Waiaku, Hochstetter 1859, Nr. 89 in herb. Vindob.! Pr.! (= vidit Prantl!).

H_{10}. *Sch. valdiviana* Ph. sub Nr. 14. Corral et sub *Sch. valdiviana* Hook. Chili (Valdivia) ex herb. R. Bondam, in Herb. Lugd.-Batav.! — sub: *Sch. fistulosa* var. *chilensis* sec. Rosenstock, 1910.

H_{11}. *Sch. valdiviana* Philippi. — Chili, H. Krause detexit anno 1857 — In herb. Kew.! (**14**).

Krausesche Exemplare sind, usw. durch Urbans und Dörflers Vermittlung, auch im Herbar des Prinz. Rol. de Bonaparte zu sehen, dessen Schizaea-Kollektion wohl auf der ganzen Welt die größte ist.

H_{12}. *Sch. chilensis* Phil. — An Sch. palmata Hombr. Voy. Pôle du Sud, t. 4. f. 2.? rhizoma in fig. dense hirsutum, Cordillera pelada. Jan. 1865. — In Herb. Kew. sub *Sch. fistulosa* Lab. Herb. Chilense. Purchased of Mr. E. C. Reed, Dec. 1873!

H_{13}. *Sch. chilensis* Phil. — Corral 6. 84. Nr. 808 ex herb. Pearce in herb. Kew.!

H_{14}. *Sch. australis* Gaud. — Plant. antarctic. Hooker fil. in Herb. Lugd.-Bat.!

H_{15}. *Sch. australis* Gaud. — Ins. Auckland. M. le Guillou in herb. Lugd.-Bat.!

H_{16}. *Sch. australis* Gaud. — Lord Auckland Islands. Nov. 1840. Coll Hooker fil. in herb. Kew.! (**29**).

H_{17}. *Sch. robusta* Baker. — Nr. 2246. Plants of the Hawaiian Islands. — Collected on the Island of Oahu, on and near the summit of Kanahuanui, by A. A. Heller, May 2, 1895. In herb. Kew.! (**15.** 543).

H_{18}. *Sch. robusta* Baker. — Dr. Hillebrand, Sandwich-Islands. Nr. 111. Summit of high mountain on West Maui. In herb. Kew.! (**15.** 543). Loc. cl.

H_{19}. *Sch. robusta* Baher. — Erdumseglung S. M. Fregatte „Donau" 1868—71. — Wawra: Nr. 2160. Hawaiische Inseln: Kauai, Waialeale 8000′. Am Plateau, zwischen Moosen. In herb. Vindob.! et Prantl!

H_{20}. *Sch. tenella* Kaulf. — Prom. bon. spei. Gueinzius, 1853. in herb. Vindob. et in herb. Lugd.-Batav.! et Pr.!

H_{21}. *Sch. pectinata* J. E. Sm. — Exped. Nowara: Nr. 158. Cap. b. spei, Jellinek, in herb. Vindob.! Pr.!

H_{22}. *Sch. pectinata* J. E. Sm. — Flora Africae australis. Hab. prom. bonae spei. Abhang des Devilspeak. Nr. 3898. Wilms in herb. Lugd.-Bat.!

H_{23}. *Sch. pusilla* Pursh. — Ex Herb. W. Aldworth Poyser. Egg Harbor, New-Jersey, 13. X. 1909!

H_{24}. *Sch. pusilla* Pursh. — Ex Herb. D. C. Eaton. New-Jersey. Dr. J. Torrey (rarissima)! Pr.!

H_{25}. *Sch. malaccana* Baker. — Mount Ophér, on trees, W. S. C. Pinwell, 3. 77. In herb. Kew.!

H_{26}. *Sch. malaccana* Baker. — Herb. of the late A. C. Maingay, M. D. Nr. 3217. — Malacca, 1867—68. — Nr. 1819. in herb. Kew.!

H_{27}. *Sch. malaccana* Baker. — G. Buko 5000ft, Nov. 1877. — Nr. 44 in herb. Kew.!

H_{28}. *Sch. malaccana* Baker. — Collected by Rod. father Scortechini, Nr. 750 in herb. Kew.!

H_{29}. *Sch. Hallieri* Al. Richt. — Archipel. Ind. Borneo: S. Kenepai, leg. H. Hallier. Nr. B. 2150 sub „Sch. fistulosa". det. Christ 1905 per commum. ex herb. Hort.-Bot. Bogor. Nr. 41 et 73, in herb. Lugd.-Batav.!

H_{30}. *Sch. rupestris* R. Br. — R. Brown: Iter Austral. 1802—5. Nr. 112 in herb. Kew.!

H_{31}. *Sch. rupestris* R. Br. — Australia, N. S. W., Botany Bay, leg. Wilhelmi, in herb. Kew.!

H_{32}. *Sch. rupestris* R. Br. — Nation. Herb. of New South Wales: Port Jackson Distr. Coll. J. H. Camfield, in herb. Kew.!

H_{33}. *Sch. rupestris* R. Br. — Australia: Hiwara, ad fluvium Paramatta, in dicione Argyle: Hügel, in herb. Kew.!

H_{34}. *Sch. rupestris* R. Br. — Sieber: Fl. Novae Holl. Nr. 620 in herb. Kew.!

H_{35}. *Sch. rupestris* R. Br. — New Holland: R. Brown in herb. Vindob.!

H_{36}. *Sch. rupestris* R. Br. — Nova Hollandia: Caley, in herb. Vindob.! — In sehr mangelhaften Exemplaren. Die Exemplare des Prinz. Rol. de Bonaparte überflügeln an Schönheit die des Kais. Hofmuseums Wien, ja sogar Kews. *Sch. rupestris* ist in Leiden nicht vorhanden.

VII. Erklärung der Tafeln.

v die obere, d. h. ventrale Seite } des Blattes.
d die untere, d. h. dorsale Seite }

ks verkieselte Warze
c Cuticula
e Hautgewebe (Epidermis) } *sr* peripheriales Stereom.
h subepidermales Stereom

s Spaltöffnungen (Stomata)
u Atemhöhle } Durchlüftungs-
k Klammer(Zwischen)-zellen (intercellular cells: Tansley-Chick) } system.

ch Chlorenchym (Mesophyll = Grundparenchym) = Assimilationssystem.

ed Endodermis
p Parenchymscheide
hr Hadrom (hydroma)
tr Treppentracheiden
sp Spiral- und Netztracheiden } *st* Stele = konzentr. Gefäßbündelstrang.
lp Leptom (plastoma: A. R.)
cs Siebröhren
r Bastfasern
np Gefäßbündelparenchym

Quschn. = Querschnitt. — Lschn. = Längsschnitt. — fert. = fertil. — ster. = steril. — Vergr. = Vergrößerung. — *Sch.* = *Schizaea.*

Tafel I.

Fig. 1. Quschn. aus dem mittleren Teile des fert. Blattes der *Sch. fistulosa* (chilensis: H_9). Die Linien *hr* und *lp* unrichtig lithographiert; vgl. Fig. 14 *hr* und *lp*. — Vergr. 120.

Fig. 2. Quschn. der Blattbasis des fert. Blattes der *Sch. fistulosa* (chilensis: H_9). — Vergr. 80.

Fig. 3. Quschn. der Stele aus dem unteren Teile des Blattes von *Sch. fistulosa* (H_4). p_2 — p_3-Linien sind nicht pünktlich lithographiert. — Vergr. 360.

Fig. 4. Die Sorophorie der *Sch. fistulosa* (H_2): *si* — *sr* — *sx* = fertile Blattabschnitte (Segmente = sorophoriale Lacinien = Sporangiophylle = Sporophylle = sorophori laciniae Prantl). — Vergr. 6.

Fig. 5. Die Sorophorie der *Sch. Hallieri* (H_{29}). Bezeichnung wie oben. — Vergr. 5.

Fig. 6. Spore von *Sch. fistulosa* (chilensis: H_{10}), von der Seite gesehen. — Vergr. 180.

Tafel II.

Fig. 7. Quschn. aus dem mittleren Teile des fert. Blattes von *Sch. fistulosa* (H_3). — Vergr. 80.

Fig. 8. Quschn. durch den mittleren Teil des fert. Blattes von *Sch. fistulosa* (H_4). Die Linien *p* und *lp* sind falsch lithographiert; vgl. Fig. 7 *p* und *lp*. — Vergr. 80.

Fig. 9. Aus dem Hautgewebe der *Sch. Hallieri* (H_{29}), nach Ausglühen auf Platinaschale: *ks* Kieselwarze von der Seite gesehen, *ksf* dieselbe von oben. — Vergr. 360.

Fig. 10. Flächenbild der stomatorischen Leiste von *Sch. Hallieri* (H_{29}). — Vergr. 160.

Fig. 11. Quschn. der Spaltöffnung aus dem mittleren Teile des fert. Blattes der *Sch. fistulosa* (H_2). — Vergr. 355.

Fig. 12. Spore der *Sch. fistulosa* (H_2) von der Seite gesehen. — Vergr. 180.

Fig. 13. Spore der *Sch. Hallieri* (H_{29}): *a* von der Rückseite — *b* von der Seite gesehen. — Vergr. 180.

Tafel III.

Fig. 14. Quschn. durch den mittleren Teil des fert. Blattes von *Sch. Halieri* (H_{29}). — Vergr. 120.

Fig. 15. Spore von *Sch. australis* (H_{16}): *a* von der Rückseite — *b* von der Seite gesehen. — Vergr. 180.

Fig. 16. Quschn. durch die Blattbasis der *Sch. Hallieri* (H_{29}). — Vergr. 80.

Fig. 17. Spore von *Sch. tenella* (H_{20}). — Vergr. 80.

Fig. 18. Quschn. durch die Blattbasis der *Sch. australis* (H_{14}). — Vergr. 80.

Fig. 19. Quschn. durch den mittleren Teil des Blattes von *Sch. australis* (H_{14}). — Vergr. 120.

Fig. 20. Schematischer Quschn. durch die obere Zone des Blattes von *Sch. Hallieri* (H_{29}). — *hr* soll zur semilun. Krümmung führen. Vgl. Fig. 38 *hr*!

Tafel IV.

Fig. 21. *Schizaea Hallieri* m. (H_{29}), verkürzt, sonst in natürl. Größe.

Fig. 22. Quschn. durch den mittleren Teil des fert. Blattes von *Sch. tennella* (H_{20}). — Vergr. 80.

Fig. 23. Haargebilde, beziehungsweise Papillen der fert. Blattsegmente (papillae elongatae: Pr. **4.** 135). — Vergr. 80.

Fig. 24. Papillenartige Haargebilde von der Spitze der fert. Lacinie der *Sch. Hallieri* (H_{29}). — Vergr. 80.

Fig. 25. Haargebilde der fertilen Lacinie von *Sch. pectinata* (H_{21}). — Vergr. 80.

Fig. 26. Quschn. durch den mittleren Teil des fert. Blattes von *Sch. malaccana* (H_{28}). — Vergr. 80.

Fig. 27. Sporen von *Sch. malaccana* (H_{27}): *a* von der Rückseite — *b* von der Seite gesehen. — Vergr. 180.

Fig. 28. Sporen von *Sch. robusta* (H_{18}): *a* von der Rückseite — *b* von der Seite gesehen. — Vergr. 180.

Fig. 29 a—b. Schematische Querschnitte durch den mittleren Teil des Blattes von *Sch. fistulosa* (H_1).

Fig. 30. Spore von *Sch. pectinata* (H_{22}). — Vergr. 180.

Fig. 31. Spore von *Sch. pusilla* (H_{23}) von der Seite gesehen (Spora areolata). — Vergr. 180.

Tafel V.

Fig. 32. Quschn. durch den mittleren Teil des fert. Blattes von *Sch. robusta* (H_{19}). Die Linie *ed* um eine Zellreihe irrtümlich weitergeführt. Vgl. Fig. 22 *ed*. — Vergr. 80.

Fig. 33. Flächenansicht der Unterseite einer fert. Lacinie von *Sch. robusta* (H_{19}), mit Spaltöffnungen. — Vergr. 80.

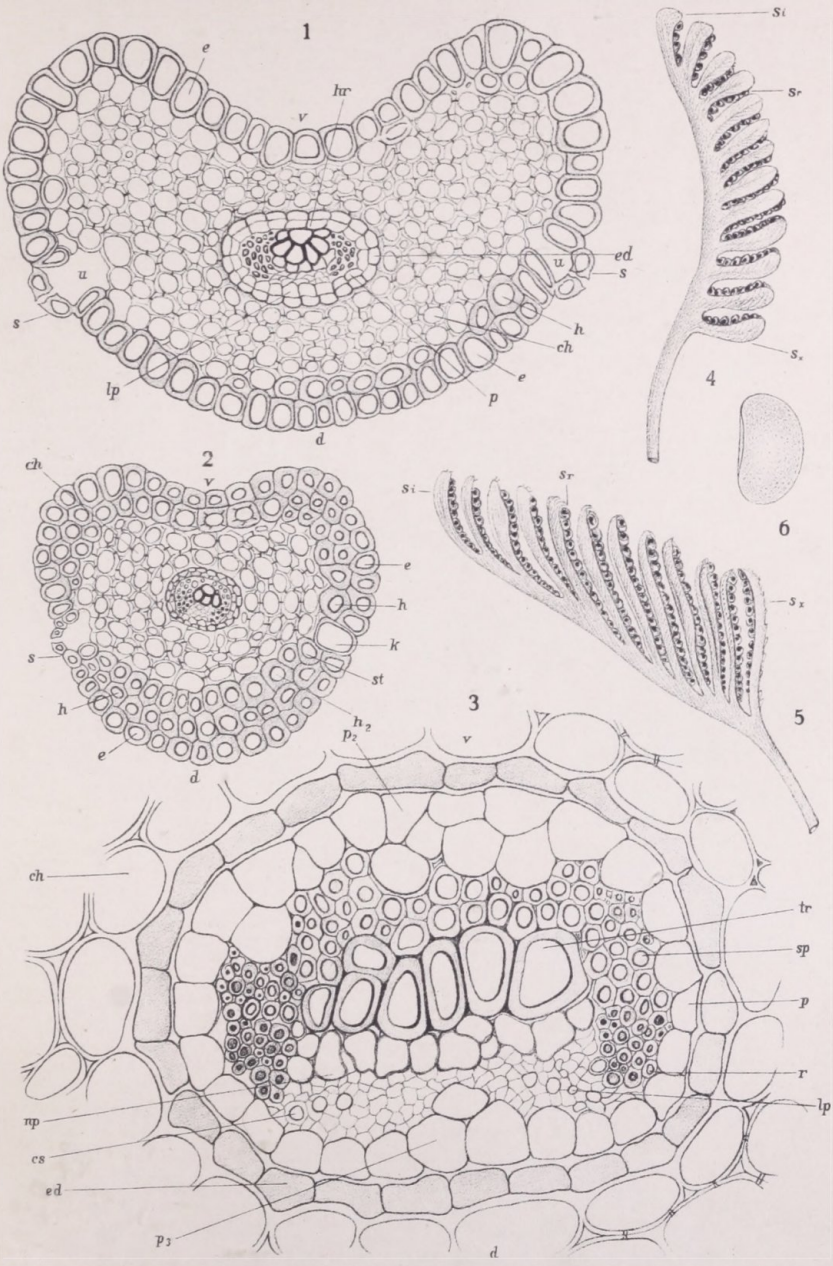
Fig. 34. Quschn. des Hautgewebes aus dem mittleren Teile des Blattes von *Sch. robusta* (H_{19}), mit Reduplikation der Spaltöffnungen. — Verg. 360.

Fig. 35. Quschn. der Spaltöffnung aus dem mittleren Teile des Blattes von *Sch. fistulosa* (H_1). — Vergr. 160.

Fig. 36. Papillöse Randpartie einer fert. Lacinie von *Sch. fistulosa* (H_1). — Vergr. ca. 50.

Fig. 37. Sporen von *Sch. rupestris* (H_{32}): *a* von der Rückseite — *b* von der Seite gesehen. — Vergr. 180.

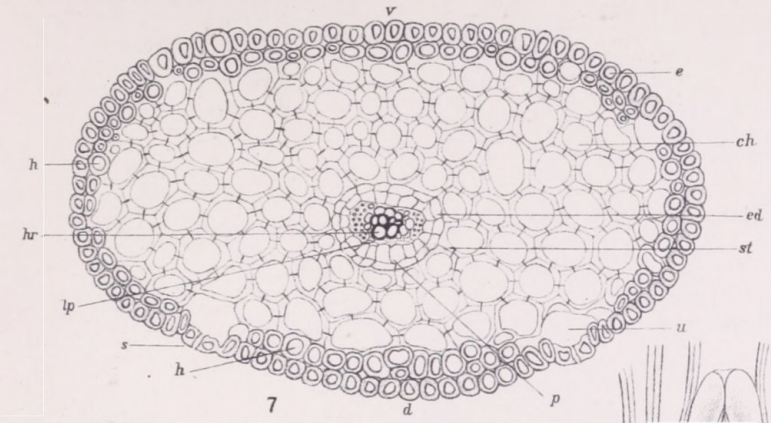
Fig. 38. Schemat. Quschn. durch den mittleren Teil eines fert. Blattes von *Sch. robusta* (H_{17}). — Vergr. 31.



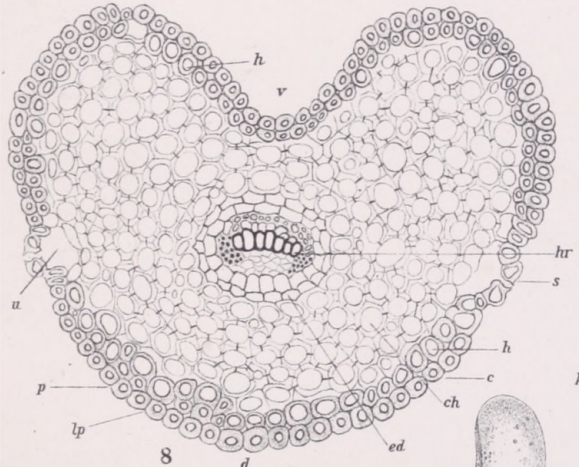
del. A. Richter: Lugduno-Batavorum.

Lith. u. Druck: Th. Bannwarth, Wien VIII.

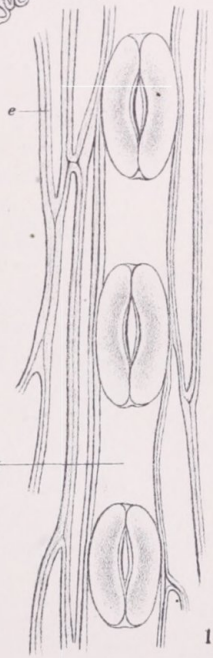
BIBLIOTECA ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE
MAGYAR
TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA
BUDAPEST



7

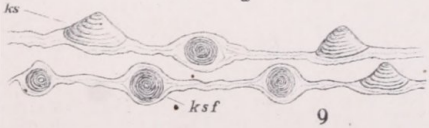


8

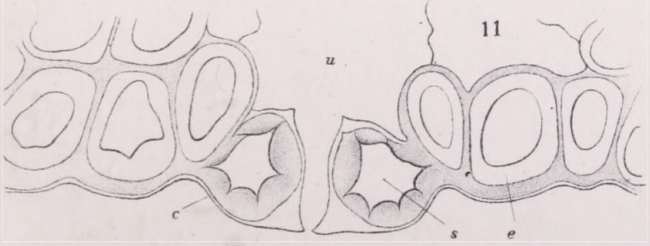


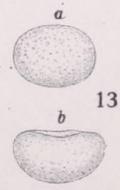
10

12

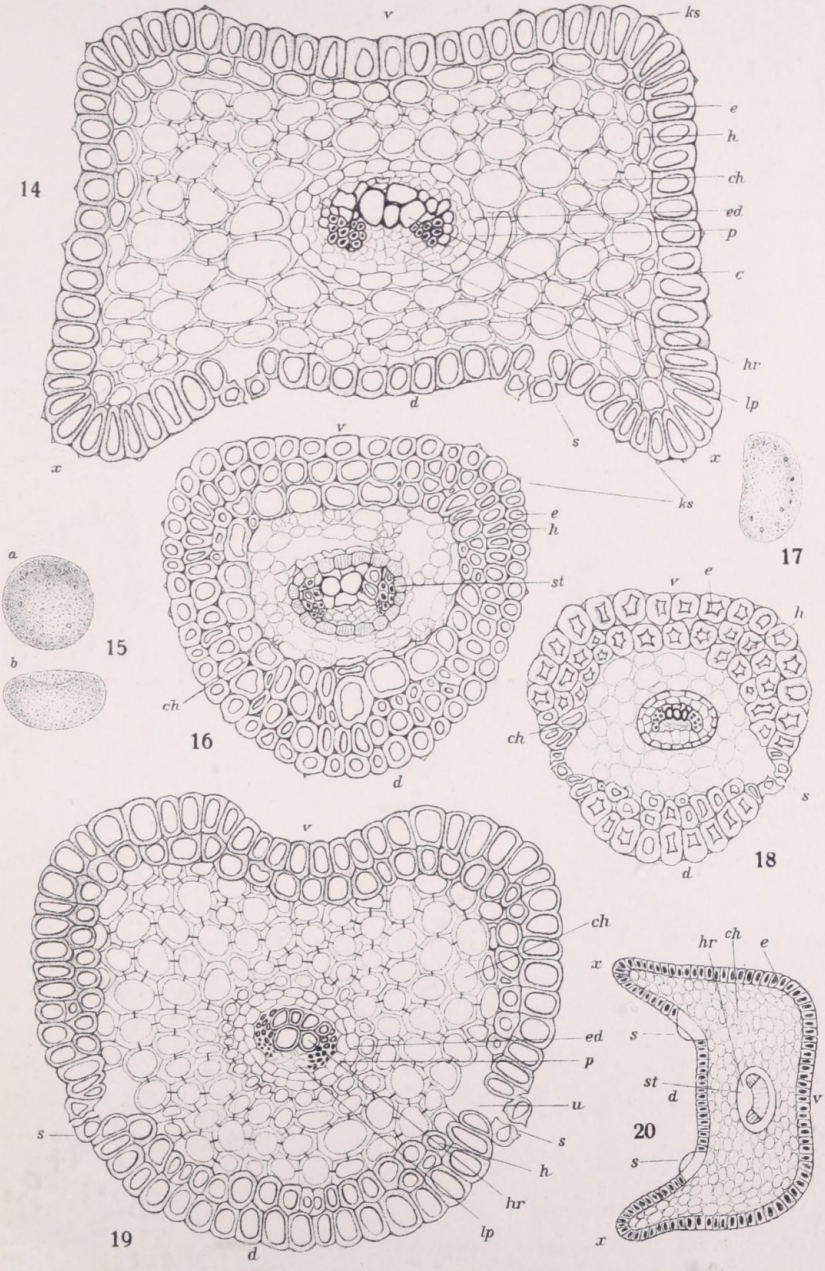


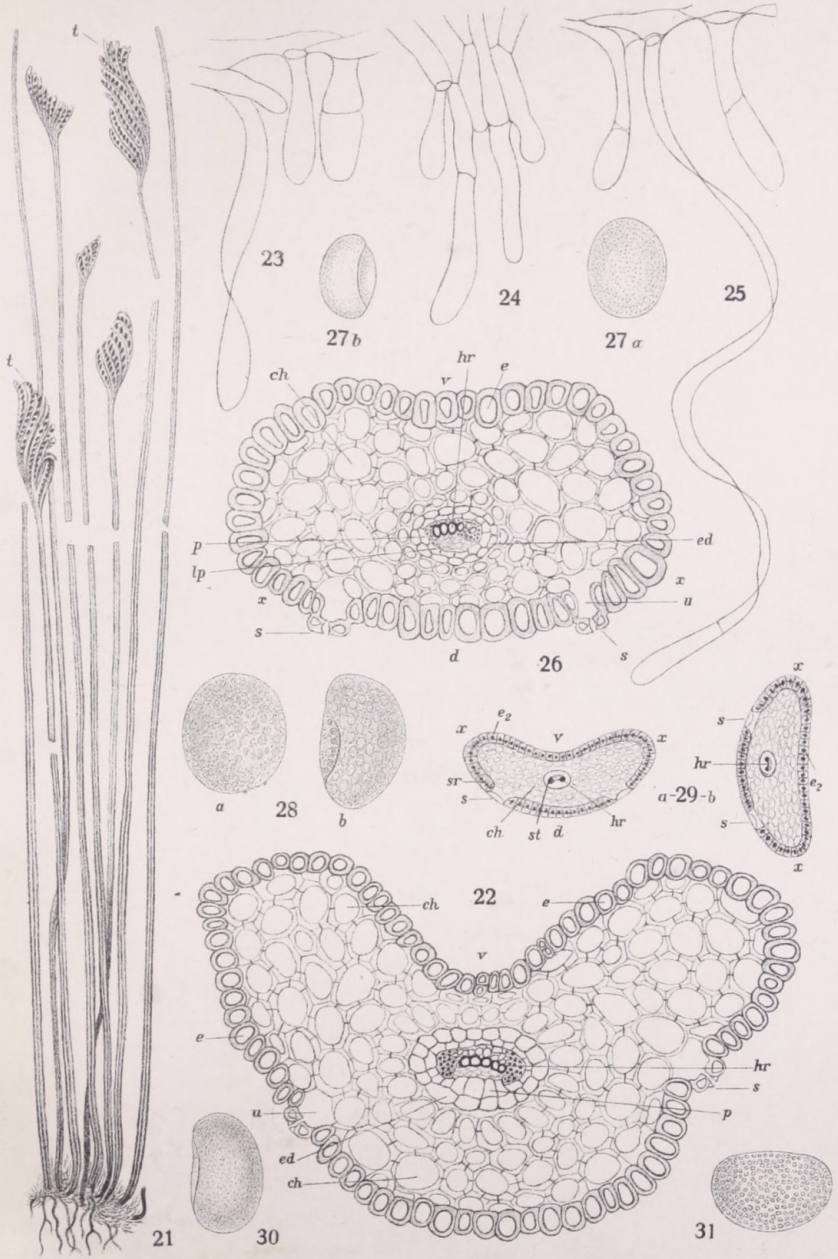
9

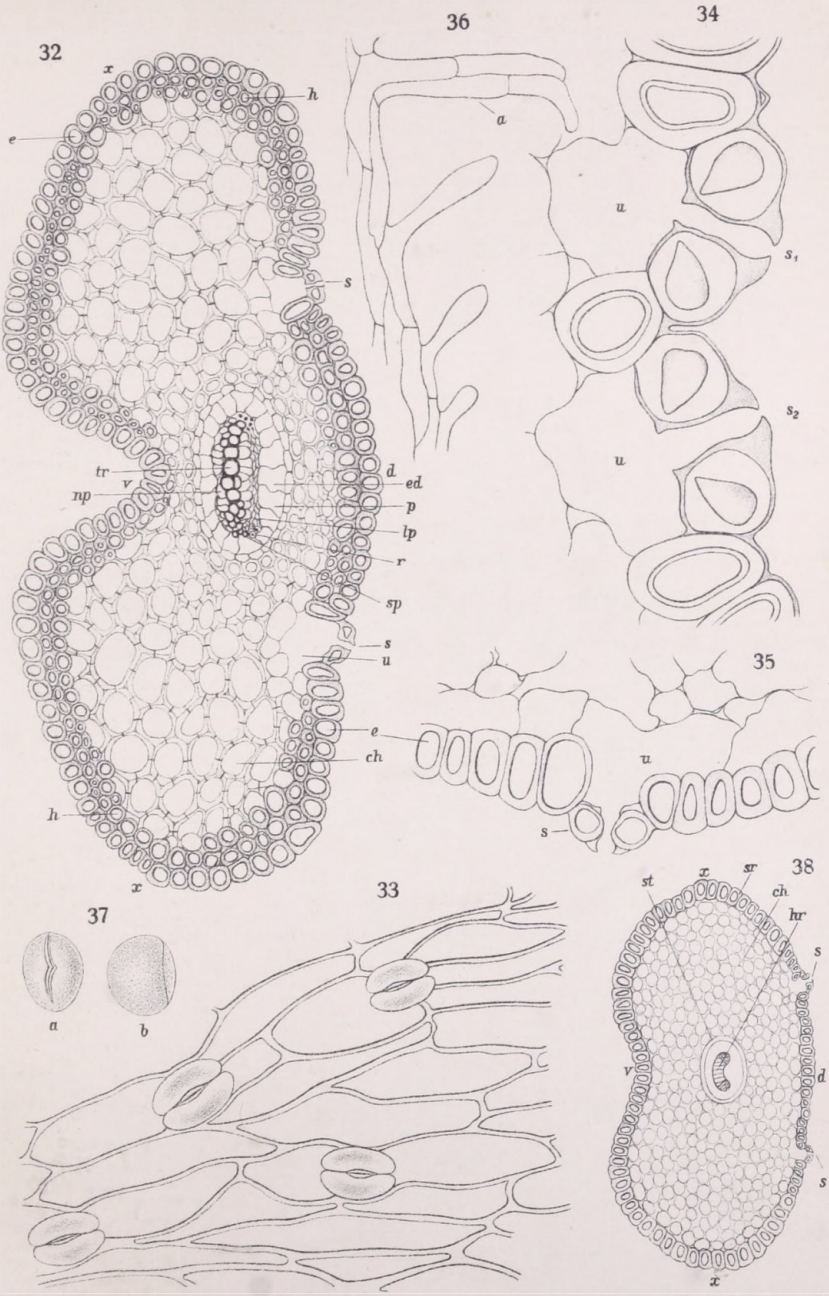




13


14
v
ks
e
h
ch
ed
p
c
hr
lp
d
s
x
x
17
15
a
b
16
v
ks
e
h
st
ch
d
18
v
e
h
ch
s
d
19
v
ch
x
ed
p
u
s
s
h
hr
lp
d
20
hr
ch
e
s
st
d
v
s
x


t
t
23
24
25
27 b
27 a
ch
hr
v
e
p
lp
x
s
ed
x
u
d
26
s
a
28
b
x
e2
v
x
sr
s
ch
st
d
hr
a-29-b
x
s
hr
e2
s
x
ch
22
e
v
e
hr
s
u
p
ed
ch
21
30
31



del. A. Richter: Lugduno-Batavorum.
Lith. u. Druck: Th. Bannwarth, Wien VIII.

BIBLIOTHECA ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE
MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA
BUDAPEST

2.

GRUNDLEGUNG ZU EINER KONTINUITÄTSTHEORIE DER ELEKTRIZITÄT UND DES MAGNETISMUS.

Von JULIUS FARKAS.

Vorgelegt der Akademie in den Sitzungen vom 14. Nov. 1909 und 15. Nov. 1910.
Aus „Mathematikai és Természettudományi Értesítö", Band XXVIII u. XXIX.

Einleitung.

§ 1. Diese Grundlegung stützt sich, wie diejenige von MINKOWSKI-Born auf die Fiktion der kontinuierlichen Raumerfüllung. Die verschiedenen materiellen Bestandteile (materielle Komponenten) eines zusammengesetzten Körpers werden alle für sich als räumlich kontinuierliche Stoffe aufgefaßt. Befinden sich also verschiedene materielle Bestandteile eines Körpers in verschiedenen Bewegungen, so sind in einem und demselben Punkte des Körpers verschiedene simultane Geschwindigkeiten der Materie anzunehmen: der Bewegungszustand des Körpers wird durch verschiedene Geschwindigkeiten als stetige Funktionen von Ort und Zeit bestimmt. Die Elektrizitäten, die beständig oder vorübergehend verschiedenen materiellen Komponenten des Körpers angehören und sich schon demzufolge verschiedenartig verhalten — z. B. verschiedene Bewegungen ausführen — überhaupt die Elektrizitäten, die verschiedenes Betragen im Körper aufweisen, werden gleichermaßen alle für sich als räumlich kontinuierliche Wesenheiten betrachtet. Diese „elektrischen Bestandteile" befinden sich im allgemeinen in verschiedenen Bewegungen, weshalb auch in einem und demselben Punkte des Körpers verschiedene simultane Geschwindigkeiten der Elektrizitäten zu denken sind: der Bewegungszustand der Elektrizitäten wird durch verschiedene Geschwindigkeiten als stetige Funktionen von Ort und Zeit dargestellt.

In betreff der Materie werde ich mich aber auf den Fall beschränken, daß ihr Bewegungszustand durch eine einzige Geschwindigkeit bestimmt ist, die eine stetige Funktion von Ort und Zeit ist. Diese Geschwindigkeit als dreidimensionaler Vektor wird hier immer mit $\mathfrak{v}_0$ oder $\mathfrak{v}_{(0)}$ bezeichnet.

Alle Betrachtungen werden auf LORENTZsche Raumzeitsysteme bezogen, in welchen die möglich größte Geschwindigkeit der Materie und der Elektrizitäten dem absoluten Werte nach mit c bezeichnet wird.

Ich werde lediglich reelle Größen anwenden und stets die gewöhnliche dreidimensionale Vektorsymbolik benutzen. Die dreidimensionalen Vektoren (Raumvektoren) werden mit deutschen Buchstaben bezeichnet. Insbesondere wird der Ort eines Raumpunktes zu der Zeit t mit $\mathfrak{r}$ bezeichnet, so daß die rechtwinkligen Koordinaten x, y, z des Punktes die rechtwinkligen Komponenten des Vektors $\mathfrak{r}$ sind. Die Benennungen: Vierervektor, Sechservektor sollen auf vier, beziehungsweise auf sechs reelle Skalare angewendet werden, die sich der LORENTZtransformation des Systems $(\mathfrak{r}, t)$, beziehungsweise des Systems

$$\left(\frac{1}{c}[\mathfrak{r}_1\mathfrak{r}_2],\quad t_2\mathfrak{r}_1 - t_1\mathfrak{r}_2\right) \equiv \left(t_1\mathfrak{r}_2 - t_2\mathfrak{r}_1,\quad \frac{1}{c}[\mathfrak{r}_1\mathfrak{r}_2]\right)$$

unterordnen.

Außerdem werden dreidimensionale Vektoren vorkommen, die sich gegenüber LORENTZtransformationen verhalten wie $\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0$. Ein Vektor dieser Art soll schlechthin ein $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artiger Vektor genannt werden. Die „spezielle" LORENTZtransformation eines derartigen Vektors $\mathfrak{q}$ ist gegeben durch

$$\mathfrak{q}' - \mathfrak{q} = \frac{\mathfrak{v}_0 - \mathfrak{m}}{c^2 - \mathfrak{w}\mathfrak{v}_0}(\mathfrak{w}\mathfrak{q}) = \frac{\mathfrak{v}'_0 + \mathfrak{m}}{c^2 + \mathfrak{w}\mathfrak{v}'_0}(\mathfrak{w}\mathfrak{q}') \tag{1}$$

wo $\mathfrak{w}$ die Geschwindigkeit des gestrichenen Achsensytems in bezug auf das ungestrichene bedeutet, und

$$\frac{c\mathfrak{w}}{c + \sqrt{c^2 - \mathfrak{w}^2}} \equiv \mathfrak{m}$$

gesetzt ist. Setzt man noch zur Abkürzung

$$\frac{c}{\sqrt{c^2 - \mathfrak{v}_0^2}} \equiv k_0, \tag{2}$$

so ist das System

$$([k_0 \mathfrak{v}_0 \mathfrak{q}],\quad c k_0 \mathfrak{q})$$

ein Sechservektor und die Systeme

$$(c^2 \mathfrak{q} + (k_0 \mathfrak{v}_0 \mathfrak{q})\, k_0 \mathfrak{v}_0,\quad (k_0 \mathfrak{v}_0 \mathfrak{q})\, k_0),$$

$$([\mathfrak{q}_1 \mathfrak{q}_2]\, c^2 k_0,\quad [\mathfrak{q}_1 \mathfrak{q}_2]\, k_0 \mathfrak{v}_0)$$

sind Vierervektoren. Bedeutet $(\mathfrak{g}, g)$ einen Vierervektor, so ist $\mathfrak{g} - g\mathfrak{v}_0$ ein $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artiger Vektor, und bedeutet $(c^2 \mathfrak{g},\ \mathfrak{v}_0 \mathfrak{g})$ einen Vierervektor, so ist die skalare Größe $(\mathfrak{g}\mathfrak{q})$ invariant gegenüber LORENTZtransformationen. Alle diese Behauptungen ergeben sich daraus, daß $(k_0 \mathfrak{v}_0, k_0)$ ein Vierervektor ist.

Endliche Größen, die so klein (oder so groß) angenommen werden, daß in der Behandlung derselben die Vernachlässigungen der Infinitesimalrechnung zulässig sind, sollen hier physikalisch unendlich klein (physikalisch unendlich groß) genannt werden. Ist ein $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artiger Vektor physikalisch unendlich klein in irgend einem LORENTZschen Raumzeitsysteme, so ist sie auch in jedem anderen physikalisch unendlich klein, denn Geschwindigkeiten ϑ, die der Grenze c physikalisch unendlich nahe kommen, sollen aus unseren Betrachtungen ausgeschlossen werden.

Merkmale der elektrischen und magnetischen Zustände.

§ 2. Zustände in Isolatoren. Ein Körper wird ein Isolator genannt, wenn die Elektrizitäten in demselben bloß physikalisch unendlich kleine Verschiebungen in bezug auf die Materie ausführen können.

Betrachten wir zu der Zeit t die momentane elektrische Gesamtladung des materiellen Teilchens DK am Orte $\mathfrak{r}$ im Innern des Isolators. Gewisse Bestandteile (§ 1) dieser Ladung, $\varrho_1 DV$, $\varrho_2 DV$, .., $\varrho_n DV$ (wo DV das Volumen des Teilchens DK bedeutet), sind entstanden durch Verschiebungen aus benachbarten Teilchen DK_1, DK_2, .., DK_n, die sich zurzeit t an physikalisch unendlich nahen Orten $\mathfrak{r}_1$, $\mathfrak{r}_2$, .., $\mathfrak{r}_n$ befinden. Die physikalisch unendlich kleinen Vektoren

$$\mathfrak{r} - \mathfrak{r}_i \equiv \bar{\mathfrak{r}}_i,\quad (i = 1, 2, .., n) \tag{3}$$

sind die Verschiebungen zu der Zeit t nach dem materiellen Teilchen DK. Zu einer anderen Zeit bedeuten dieselben, für Verschiebungen

nach DK betrachtet, im allgemeinen Verschiebungen aus anderen Teilchen als DK_1, DK_2, .., DK_n; für Verschiebungen aus DK_1, DK_2, .., DK_n betrachtet, im allgemeinen Verschiebungen nach anderen Teilchen als DK. Aus und nach einem jeden Teilchen zu jeder Zeit sollen n Verschiebungen angenommen werden.

Im allgemeinen wird nur ein Teil der momentanen Gesamtladung des Teilchens DK von den Elektrizitäten $\varrho_1 DV$, $\varrho_2 DV$, .., $\varrho_n DV$ gebildet, während der übrige Teil $\equiv \varrho_0 DV$ eine permanente Ladung des Teilchens ist. Diese permanente Ladung selbst soll in zwei Bestandteile zerlegt werden. Der eine $\equiv \varrho_{n+1} DV$, ist entgegengesetzt gleich den aus dem Teilchen DK nach anderen Teilchen verschobenen Elektrizitäten; der andere $\equiv (\varrho_0 - \varrho_{n+1}) DV$ ist unter ganz besonderen Umständen vor unseren Betrachtungen dem Teilchen eingeprägt worden (die „wahre Ladung" bei MAXWELL).

Die zum Zeitpunkte t gehörigen Geschwindigkeiten der Elektrizitäten $\varrho_1 DV$, $\varrho_2 DV$, .., $\varrho_n DV$ sollen mit $\mathfrak{v}_1$, $\mathfrak{v}_2$, .., $\mathfrak{v}_n$ bezeichnet werden. Wiewohl die Verschiebungen $\bar{\mathfrak{r}}_i$ (3) physikalisch unendlich kleine sind, so können doch die zur Materie relativen Geschwindigkeiten

$$\mathfrak{v}_i - \mathfrak{v}_0 \equiv \bar{\mathfrak{v}}_i, \quad (i = 1, 2, .., n) \tag{4}$$

physikalisch endlich große Werte haben, wenn nämlich umlaufende Bewegungen von den verschobenen Elektrizitäten ausgeführt werden.

Die permanenten Ladungen $\varrho_{n+1} DV$, $(\varrho_0 - \varrho_{n+1})\, DV$ bewegen sich selbstverständlich mit der Geschwindigkeit $\mathfrak{v}_0$ des Teilchens DK.

§ 3. Die hauptsächlichsten elektrischen und magnetischen Merkmale in Isolatoren. Als besondere Merkmale der elektrischen und magnetischen Zustände im Isolator sollen defini rt werden:

„die elektrische Gesamtdichte"

$$\varrho_G \equiv \sum_0^n \varrho_i \tag{5}_1$$

„die elektrische Polarisationsdichte"

$$(5)_2 \qquad \varrho_P \equiv \sum_1^{n+1} \varrho_i$$

„der elektrische Gesamtstrom“

$$(6)_1 \qquad \mathfrak{S}_G \equiv \sum_0^{n} \varrho_i \mathfrak{v}_i$$

„der elektrische Polarisationsstrom“

$$(6)_2 \qquad \mathfrak{S}_P \equiv \sum_1^{n+1} \varrho_i \mathfrak{v}_i$$

„das elektrische Moment“ pro Volumeneinheit

$$(7) \qquad \mathfrak{P} \equiv \sum_1^{n} \varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i$$

„das relative magnetische Moment“ pro Volumeneinheit

$$(8) \qquad \overline{\mathfrak{M}} \equiv \frac{1}{2c} \sum_1^{n} \varrho_i [\bar{\mathfrak{r}}_i \bar{\mathfrak{v}}_i]$$

„das magnetische Moment“ pro Volumeneinheit

$$(9) \qquad \mathfrak{M} \equiv \overline{\mathfrak{M}} + \frac{1}{c} [\mathfrak{P} \mathfrak{v}_0]$$

„das relative elektrische Moment“ pro Volumeneinheit

$$(10) \qquad \overline{\mathfrak{P}} \equiv \mathfrak{P} + \frac{1}{c} [\mathfrak{M} \mathfrak{v}_0].$$

§ 4. Bedingungen der elektrischen und magnetischen Zustände in Isolatoren. Im Interesse der Übereinstimmung mit den Erfahrungen sind gewisse Bedingungen in bezug auf die Dichten, Verschiebungen und Geschwindigkeiten, ϱ_i, $\bar{\mathfrak{r}}_i$, $\mathfrak{v}_i$ festzusetzen. Als derartige Bedingungen sollen in dieser elementaren Behandlung die folgenden angenommen werden:

a) Die Dichten ϱ_1, ϱ_2, . ., ϱ_{n+1} sind im allgemeinen physikalisch unendlich groß und stehen in solchen Beziehungen zu einander, zu den Verschiebungen $\bar{\mathfrak{r}}_i$ und zu den Geschwindigkeiten $\mathfrak{v}_i$, daß die Produkte $\varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i$ und alle vorstehenden Summen (§ 3) physikalisch endlich große Werte darstellen.

b) Zwischen den Dichten, Verschiebungen und zur Materie

relativen Geschwindigkeiten $(\varrho_i, \bar{\mathfrak{r}}_i, \bar{\mathfrak{v}}_i)$ bestehen zu der Zeit t die Symmetriegleichungen:

$$(11) \quad \sum_1^n \varrho_i (\bar{\mathfrak{r}}_{ix}\bar{\mathfrak{v}}_i + \bar{\mathfrak{v}}_{ix}\bar{\mathfrak{r}}_i) = 0, \quad \sum_1^n \varrho_i (\bar{\mathfrak{r}}_{iy}\bar{\mathfrak{v}}_i + \bar{\mathfrak{v}}_{iy}\bar{\mathfrak{r}}_i) = 0,$$
$$\sum_1^n \varrho_i (\bar{\mathfrak{r}}_{iz}\bar{\mathfrak{v}}_i + \bar{\mathfrak{v}}_{iz}\bar{\mathfrak{r}}_i) = 0.$$

Diese „Symmetriebedingung" ersetzt hier eine schon von H. A. LORENTZ angenommene Beschränkung der Bewegungszustände.[1])

c) Die Dichten ϱ_i und die Geschwindigkeiten $\mathfrak{v}_i$ genügen der Kontiuitätsgleichung, d. h.

$$(12) \quad \frac{\partial \varrho_i}{\partial t} + \text{div. } \varrho_i \mathfrak{v}_i = 0, \quad (i = 0, 1, .., n+1)$$

§ 5. Transformationssätze in Isolatoren. Aus den Definitionen der Vektoren $\mathfrak{v}_i$ und $\bar{\mathfrak{r}}_i$ folgt, daß das System $(k_i\mathfrak{v}_i, k_i)$ (wo $k_i\sqrt{c^2 - \mathfrak{v}_i^2} \equiv c$) ein Vierervektor, $\bar{\mathfrak{r}}_i$ ein $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artiger Vektor ist. Für die Transformation der Dichten ϱ_i wird Invarianz des Produktes $\varrho_i\sqrt{c^2 - \mathfrak{v}_i^2}$ festgesetzt, wonach für die relativen Geschwindigkeiten $\bar{\mathfrak{v}}_i$ sich ergibt, daß $\varrho_i\bar{\mathfrak{v}}_i$ ein $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artiger Vektor ist.

Aus diesen Eigenschaften folgt, daß alle Bedingungen (§ 4) invariant gegenüber LORENTZtransformationen sind.

Was die Merkmale in § 3 anbelangt, so sind die Systeme $(\mathfrak{S}_G, \varrho_G)$, $(\mathfrak{S}_P, \varrho_P)$ ebenfalls Vierervektoren, weil das System $(\varrho_i\mathfrak{v}_i, \varrho_i)$ ein Vierervektor ist. Ferner folgt aus den Symmetriebedingungen, daß das System $(\mathfrak{M}, \mathfrak{P}) \equiv (-\mathfrak{P}, \mathfrak{M})$ ein Sechservektor ist. Setzt man nämlich

$$\bar{\mathfrak{r}}_i + \frac{1}{c^2}(k_0\mathfrak{v}_0\bar{\mathfrak{r}}_i)\, k_0\mathfrak{v}_0 \equiv \mathfrak{a}_i, \quad \frac{1}{c^2}(k_0\mathfrak{v}_0\bar{\mathfrak{r}}_i)\, k_0 \equiv a_i,$$

$$\varrho_i\bar{\mathfrak{v}}_i - \frac{1}{2}\left\{\varrho_i\bar{\mathfrak{v}}_i + \frac{1}{c^2}(k_0\mathfrak{v}_0\varrho_i\bar{\mathfrak{v}}_i)\, k_0\mathfrak{v}_0\right\} \equiv \mathfrak{u}_i, \quad \varrho_i - \frac{1}{2c^2}(k_0\mathfrak{v}_0\varrho_i\bar{\mathfrak{v}}_i)\, k_0 \equiv u_i,$$

wo unter k_0 der Ausdruck (2) zu verstehen ist, so bedeuten die beiden Systeme $(\mathfrak{a}_i, a_i)$ und $(\mathfrak{u}_i, u_i)$ zwei Vierervektoren und infolge der Bedingung (11) haben wir nach (7) und (9)

---

1) H. A. LORENTZ, Enc. d. Math. Wiss. V, 14, S. 181.

$$\mathfrak{M} = \frac{1}{c}\sum_1^n [\mathfrak{a}_i \mathfrak{u}_i], \quad \mathfrak{P} = \sum_1^n (u_i \mathfrak{a}_i - a_i \mathfrak{u}_i).$$

Das System $(\mathfrak{M}, \mathfrak{P})$ ist also in der Tat ein Sechservektor. Hieraus folgt nach (8) und (10), daß $\left(k_0 \overline{\mathfrak{M}}, \frac{1}{c^2} k_0 \mathfrak{v}_0 \overline{\mathfrak{M}}\right)$ und $\left(k_0 \overline{\mathfrak{P}}, \frac{1}{c^2} k_0 \mathfrak{v}_0 \overline{\mathfrak{P}}\right)$ Vierervektoren sind.

§ 6. Beziehungen der Merkmale in Isolatoren. Zwischen den Merkmalen (§ 3) bestehen die Beziehungen:

$$(13)_1 \; (13)_2 \quad \frac{\partial \varrho_G}{\partial t} + \text{div. } \mathfrak{S}_G = 0, \qquad \frac{\partial \varrho_P}{\partial t} + \text{div. } \mathfrak{S}_P = 0,$$

$$(14) \qquad - \text{div. } \mathfrak{P} = \varrho_P, \qquad c \text{ rot } \mathfrak{M} + \frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial t} = \mathfrak{S}_P.$$

Die Beziehungen $(13)_1$ und $(13)_2$ folgen aus $(5)_1$ $(5)_2$ $(6)_1$ $(6)_2$ und (12) unmittelbar. Die erste Gleichung in (14) ist lediglich eine Folge der Definitionen $(5)_2$ und (7) und der Definition der Vektoren $\bar{\mathfrak{r}}_i$ als physikalisch unendlich kleiner Verschiebungen der Ladungen $\varrho_i DV$ zwischen gleichzeitigen Orten je zweier materiellen Teilchen. Da nämlich zu der Zeit t die Ladungen $\varrho_1 DV$, $\varrho_2 DV$, .., $\varrho_n DV$ die Stelle der aus DK verschobenen Ladungen einnehmen, die Summe der letzteren aber gleich $-\varrho_{n+1} DV$ ist, so hat man

$$\sum_1^n \text{div } \varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i = \sum_1^n \varrho_i - (-\varrho_{n+1}).$$

Die Ableitung der zweiten Gleichung in (14) bedarf außer den Definitionen der darin vorkommenden Vektoren auch noch der Bedingungen (§ 4) und der soeben bestätigten ersten Gleichung in (14).

Wenn die Geschwindigkeiten der materiellen Teilchen DK_1, DK_2, .., DK_n zu der Zeit t mit $\mathfrak{v}_{01}$, $\mathfrak{v}_{02}$, .., $\mathfrak{v}_{0n}$ bezeichnet werden, so haben wir

$$\mathfrak{v}_i \equiv (\mathfrak{v}_i - \mathfrak{v}_{0i}) + \mathfrak{v}_{0i} \equiv \frac{d\bar{\mathfrak{r}}_i}{dt} + \mathfrak{v}_{0i}$$

$$= \frac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_i}{\partial t} + \frac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_i}{\partial x}\mathfrak{v}_{ix} + \frac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_i}{\partial y}\mathfrak{v}_{iy} + \frac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_i}{\partial z}\mathfrak{v}_{iz} + \mathfrak{v}_0 - \left(\frac{\partial \mathfrak{v}_0}{\partial x}\bar{\mathfrak{r}}_x + \frac{\partial \mathfrak{v}_0}{\partial y}\bar{\mathfrak{r}}_y + \frac{\partial \mathfrak{v}_0}{\partial z}\bar{\mathfrak{r}}_z\right).$$

Multipliziert man hier mit ϱ_i und addiert dann zur zweiten Zeile die mit $\bar{\mathfrak{r}}_i$ multiplizierte linke Seite der Gleichung (12), so kann das Resultat so geschrieben werden:

$$\varrho_i \mathfrak{v}_i = (\varrho_i + \operatorname{div} \varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i)\, \mathfrak{v}_0 + \frac{\partial \varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i}{\partial t} + \operatorname{rot} [\varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i \mathfrak{v}_0]$$

$$+ \frac{\partial \varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i \bar{\mathfrak{v}}_{ix}}{\partial x} + \frac{\partial \varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i \bar{\mathfrak{v}}_{iy}}{\partial y} + \frac{\partial \varrho_i \bar{\mathfrak{r}}_i \bar{\mathfrak{v}}_{iz}}{\partial z}.$$

Man hat aber

$$\bar{\mathfrak{r}}_i \bar{\mathfrak{v}}_{ix} \equiv \frac{1}{2} (\bar{\mathfrak{r}}_i \bar{\mathfrak{v}}_{ix} - \bar{\mathfrak{v}}_i \bar{\mathfrak{r}}_{ix}) + \frac{1}{2} (\bar{\mathfrak{r}}_i \bar{\mathfrak{v}}_{ix} + \bar{\mathfrak{v}}_i \bar{\mathfrak{r}}_{ix}) \text{ usw.}$$

Infolge der Gleichungen (11) bekommt man daher aus der vorstehenden Gleichung die zweite Gleichung in (14).

Aus $(13)_2$ und aus der zweiten Gleichung in (14) ergibt sich

$$\frac{\partial}{\partial t} (\varrho_P + \operatorname{div} \mathfrak{P}) = 0$$

in Übereinstimmung mit der ersten Gleichung in (14).

Da $(\varrho_G, \mathfrak{S}_G)$ und $(\varrho_P, \mathfrak{S}_P)$ Vierervektoren sind und $(\mathfrak{M}, \mathfrak{P})$ ein Sechservektor ist, so sind die Gleichungen $(13)_1$ und $(13)_2$ und das System der Gleichungen (14) den LORENTZtransformationen gegenüber invariant.

§ 7. Zustände in Konduktoren. Ein Körper wird ein Konduktor genannt, wenn die Elektrizitäten in demselben freibeweglich sind.

Die bewegten Elektrizitäten, die zu der Zeit t das Volumenelement DV im Konduktor passieren, sollen mit $\varrho_{(1)} DV$, $\varrho_{(2)} DV$, .., $\varrho_{(\nu)} DV$, ihre momentanen Geschwindigkeiten mit $\mathfrak{v}_{(1)}$, $\mathfrak{v}_{(2)}$, . ., $\mathfrak{v}_{(\nu)}$ bezeichnet werden. Außerdem enthält das Volumenelement DV im allgemeinen eine momentane Ladung $\varrho_{(0)} DV$ mit der Geschwindigkeit $\mathfrak{v}_{(0)}$ der Materie in DV.

§ 8. Die hauptsächlichsten Merkmale in einem Konduktor. Als besondere Merkmale in einem Konduktor sollen definiert werden:

„die elektrische Gesamtdichte“

$$\varrho_{(G)} \equiv \sum_0^\nu \varrho_{(i)}, \tag{15}$$

„der elektrische Gesamtstrom“

$$\mathfrak{S}_{(G)} \equiv \sum_0^\nu \varrho_{(i)} \mathfrak{v}_{(i)} \tag{16}$$

„der relative elektrische Strom oder Leitungsstrom“

$$\mathfrak{S}_{(L)} \equiv \sum_{0}^{\nu} \varrho_{(i)} (\mathfrak{v}_{(i)} - \mathfrak{v}_{(0)}) \equiv \mathfrak{S}_{(G)} - \varrho_{(G)} \mathfrak{v}_{(0)}, \tag{17}$$

alles unter der Bedingung der totalen Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\partial \varrho_{(G)}}{\partial t} + \operatorname{div} \mathfrak{S}_{(G)} = 0, \tag{18}$$

wogegen im allgemeinen

$$\frac{\partial \varrho_{(i)}}{\partial t} + \operatorname{div} \varrho_{(i)} \mathfrak{v}_{(i)} \neq 0 \tag{19}$$

ist.

§ 9. Transformationssätze in Konduktoren. In der Festsetzung, daß $\varrho_{(i)} \sqrt{c^2 - \mathfrak{v}_{(i)}^2}$ eine Invariante der LORENTZtransformationen ist, folgt offenbar, daß das System $(\varrho_{(i)} \mathfrak{v}_{(i)}, \varrho_{(i)})$ ein Vierervektor ist. Hieraus ergibt sich, daß $(\mathfrak{S}_{(G)}, \varrho_{(G)})$ ein Vierervektor, $\mathfrak{S}_{(L)}$ ein $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artiger Vektor ist, und die linken Seiten in (18) und (19) Invarianten der LORENTZtransformationen sind.

§ 10. Zustände in neutralen Körpern. Endlich sollen auch materielle Systeme zugelassen werden, die hinsichtlich aller elektrischen und magnetischen Eigenschaften als innerliche Zusammensetzungen von Isolatoren und Konduktoren betrachtet werden.

Neben den bisherigen Merkmalen, Bedingungen und Bezeichnungen, ist in dergleichen Zusammensetzungen noch der Vierervektor zu beachten, der aus der nach $(5)_1$ und (15) berechneten „totalen elektrischen Dichte“:

$$\varrho_T \equiv \varrho_G + \varrho_{(G)} \tag{20}$$

und aus dem nach $(6)_1$ und (16) berechneten „totalen elektrischen Strom“:

$$\mathfrak{S}_T \equiv \mathfrak{S}_G + \mathfrak{S}_{(G)} \tag{21}$$

als Komponenten zusammengesetzt ist. Man hat hierfür nach $(13)_1$ und (18) die „totale Kontinuitätsgleichung“:

$$\frac{\partial \varrho_T}{\partial t} + \operatorname{div} \mathfrak{S}_T = 0 \tag{22}$$

Es ist zu beachten, daß die Geschwindigkeiten $\mathfrak{v}_0$ und $\mathfrak{v}_{(0)}$ in $\mathfrak{S}_G$ $(6)_1$ und $\mathfrak{S}_{(G)}$ (16) hier eine gemeinsame Bedeutung haben = Geschwindigkeit der Materie.

Die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes als allgemeine Lösungen der totalen Kontinuitätsgleichung der Elektrizitäten.

§ 11. Genügt ein differentiierbarer Vierervektor $(\mathfrak{q}, q)$ der Gleichung

$$\text{(A)} \qquad \frac{\partial q}{\partial t} + \operatorname{div} \mathfrak{q} = 0,$$

so hat man hierfür als allgemeine Lösung:

$$(B)_1, (B)_2 \qquad q = \operatorname{div} \mathfrak{N}, \quad \mathfrak{q} = \operatorname{rot} \mathfrak{U} - \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial t},$$

wo $\mathfrak{N}$ und $\mathfrak{U}$ wenigstens zweimal differentiierbare Funktionen, sonst aber willkürliche Parameter bedeuten. Ihre Willkürlichkeit kann indessen beschränkt werden, ohne daß damit die Allgemeinheit der Lösung $(B)_1$ $(B)_2$ eingebüßt würde. Bekanntlich kann z. B.

$$(B)_3, (B)_4 \qquad \operatorname{div} \mathfrak{U} = 0, \quad \operatorname{rot} \mathfrak{N} = 0$$

verlangt werden. Es sind aber unendlich viele andere Beschränkungen neben Bewahrung der Allgemeinheit möglich. Insbesondere kann aus dem System $(B)_1 \ldots (B)_4$ abgeleitet werden das System:

$$\text{(C)} \qquad \begin{cases} q = \operatorname{div} \mathfrak{T}, & \mathfrak{q} = c \operatorname{rot} \mathfrak{B} - \dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial t}, \\ \operatorname{div} \mathfrak{B} = 0, & c \operatorname{rot} \mathfrak{T} + \dfrac{\partial \mathfrak{B}}{\partial t} = 0. \end{cases}$$

Bedeutet nämlich $\mathfrak{K}$ einen wenigstens dreimal differentiierbaren Vektor von der Beschaffenheit:

$$c^2 \Delta \mathfrak{K} - \frac{\partial^2 \mathfrak{K}}{\partial t^2} = \frac{\partial \mathfrak{U}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \mathfrak{K} = 0,$$

und setzt man in $(B_1) \ldots (B)_4$:

$$\mathfrak{N} = \mathfrak{T} - \operatorname{rot} \mathfrak{K}, \quad \mathfrak{U} = c\mathfrak{B} - \frac{\partial \mathfrak{K}}{\partial t},$$

so erhält man aus $(B)_1 \ldots (B)_4$ das System (C) als allgemeine Lösung der Gleichung (A), und bei der Verfügung, daß $(\mathfrak{T}, \mathfrak{B})$

ein Sechservektor ist, ist das System (C) den LORENTZtransformationen gegenüber invariant.

Die elektromagnetischen Feldgleichungen von H. A. LORENTZ[1]) können nun bei Anwendung der Bezeichnungen (20) und (21) auf die Form:

$$(23)\qquad \begin{cases} \operatorname{rot} \mathfrak{B} - \dfrac{\partial \mathfrak{E}}{\partial t} = \mathfrak{S}_T, & \operatorname{div} \mathfrak{E} = \varrho_T \\ \operatorname{rot} \mathfrak{E} + \dfrac{\partial \mathfrak{B}}{\partial t} = 0, & \operatorname{div} \mathfrak{B} = 0 \end{cases}$$

gebracht werden. Dies System ist also als allgemeine Lösung der Kontinuitätsgleichung (22):

$$\frac{\partial \varrho_T}{\partial t} + \operatorname{div} \mathfrak{S}_T = 0$$

zu betrachten.

Die physikalische Bedeutung der Vektoren $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{B}$ als „elektrischer Feldstärke" und „magnetischer Erregung" wird durch die Angabe der elektromagnetischen Kräfte festgesetzt.

Bewegungsgleichungen der Elektrizitäten.

§ 12. Die Dichte einer elektrischen Komponente (§ 1) soll allgemein mit ϱ und die zugehörige Geschwindigkeit mit $\mathfrak{v}$ bezeichnet werden.

Als Bewegungsgleichungen der Elektrizitäten werden hier:

$$(24)\qquad \begin{cases} pk \dfrac{dqk\mathfrak{v}}{dt} = \varrho \left\{ \mathfrak{E} + \dfrac{1}{c} [\mathfrak{v}\mathfrak{B}] \right\} + \mathfrak{f} \\ pk \dfrac{dqk}{dt} = \dfrac{\varrho}{c^2} (\mathfrak{v}\mathfrak{E}) + f \\ \left(k \equiv \dfrac{c}{\sqrt{c^2 - \mathfrak{v}^2}}, \quad \dfrac{d}{dt} \equiv \dfrac{\partial}{\partial t} + \mathfrak{v}_x \dfrac{\partial}{\partial_x} + \mathfrak{v}_y \dfrac{\partial}{\partial_y} + \mathfrak{v}_z \dfrac{\partial}{\partial_z} \right) \end{cases}$$

angenommen, wo p eine invariante Massendichte, q eine invariante (veränderliche) Zahl und $(\mathfrak{f}, f)$ ein Vierervektor ist, der pro Volumeneinheit eine von der Materie herrührende Kraft bedeutet.

§ 13. Aus den beiden Gleichungen (24) sollen zwei anders geformte äquivalente Gleichungen abgeleitet werden. Die eine entsteht, indem die zweite Gleichung mit $\mathfrak{v}_0$ (Geschwindigkeit der

1) H. A. LORENTZ, Enc. d. Math. Wiss. V. 14, S. 209.

Materie) multipliziert und dann von der ersten Gleichung subtrahiert wird; die andere entsteht, indem die erste Gleichung mit $\frac{\mathfrak{v}}{c^2}$ skalar multipliziert und dann von der zweiten Gleichung subtrahiert wird. Wir erhalten so:

$$(25)\qquad pk\left(\frac{dqk\mathfrak{v}}{dt} - \mathfrak{v}_0\frac{dqk}{dt}\right) = \varrho\left\{\mathfrak{E} + \frac{1}{c}[\mathfrak{v}\mathfrak{B}] - \frac{1}{c^2}(\mathfrak{v}\mathfrak{E})\mathfrak{v}_0\right\} + \mathfrak{k},$$

$$(26)\qquad p\frac{dq}{dt} = f - \frac{1}{c^2}(\mathfrak{v}\mathfrak{f}),$$

wo

$$(27)\qquad \mathfrak{k} \equiv \mathfrak{f} - f\mathfrak{v}_0$$

eine $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artige, von der Materie herrührende Kraftdichte bedeutet.

Sind $p, q, \mathfrak{k}$ als Funktionen von Geschwindigkeit, Ort und Zeit gegeben, so hat man allein mit (25) als Bewegungsgleichung zu tun, wogegen (26) und (27) lediglich zur nachträglichen Bestimmung des Vierervektors $(\mathfrak{f}, f)$ dienlich sind.

Ponderomotorische Kraft nach dem Reaktionsprinzip.

§ 14. Es soll nun die Annahme gemacht werden, daß im Falle der Ruhe $(\mathfrak{v}_0 = 0)$ des zu betrachtenden Körpers das Reaktionsprinzip (NEWTONS lex tertia) zwischen der Materie und den Elektrizitäten im Sinne der Gleichzeitigkeit gültig ist. Wenn also die Trägheitskräfte der Elektrizitäten und somit auch die linken Seiten der Gleichungen (24) vernachlässigt werden können, so folgt, daß das elektromagnetische Feld auf das materielle Teilchen DK mit den folgenden Kräften wirkt:

a) vermöge der Konduktionsladungen $\varrho_{(i)}DV$ (§ 7) mit den vierkomponentigen Kräften:

$$(\mathfrak{F}_{(i)}, F_{(i)})\,DV \equiv \left(\mathfrak{E} + \frac{1}{c}[\mathfrak{v}_{(i)}\mathfrak{B}],\ \frac{1}{c^2}\mathfrak{v}_{(i)}\mathfrak{E}\right)\varrho_{(i)}DV$$

$$(i = 0, 1, .., \nu;\ \mathfrak{v}_{(0)} = \mathfrak{v}_0 = 0)$$

b) vermöge der aus dem Teilchen DK nach der Stelle $\mathfrak{r} = \bar{\mathfrak{r}}_i$ verschobenen, aber mit quasielastischen Kräften an dem Teilchen gebundenen Ladungen $\varrho_i^* DV_i^*$ mit den vierkomponentigen Kräften:

$$(\mathfrak{F}_i^*, F_i^*)\,DV_i^* \equiv \left\{\left(\mathfrak{E} + \frac{1}{c}[\mathfrak{v}\mathfrak{B}],\ \frac{1}{c^2}\mathfrak{v}\mathfrak{E}\right)\varrho\right\}_i^* DV_i^*$$

$$(i = 0, 1, .., n;\ \mathfrak{v}_0 = 0),$$

wo

$$\mathfrak{F}_{ix}^* = \mathfrak{F}_{ix} + \bar{\mathfrak{r}}_i \operatorname{grad} \mathfrak{F}_{ix} \text{ usw.}, \quad F_i^* = F_i + \bar{\mathfrak{r}}_i \operatorname{grad} F_i,$$
$$DV_i^* = (1 + \operatorname{div} \bar{\mathfrak{r}}_i)\, DV$$

und endlich $\mathfrak{E}_i = \mathfrak{E}$, $\mathfrak{B}_i = \mathfrak{B}$ zu setzen ist, und die Verschiebung $\bar{\mathfrak{r}}_i$ mit der gleichbezeichneten Verschiebung (3) in § 2 verwechselt werden darf.

So erleidet das Teilchen DK vom elektromagnetischen Felde die Wirkung einer vierkomponentigen ponderomotorischen Kraft $(\mathfrak{K}, K)\, DV$, die im ruhenden Körper pro Volumeneinheit durch die Ausdrücke:

$$\mathfrak{K}_{(\mathfrak{v}_0=0)} = \sum_0^{\nu} \mathfrak{F}_{(i)} + \sum_0^{n} \mathfrak{F}_i + \frac{\partial}{\partial x} \sum_1^{n} \mathfrak{F}_i \bar{\mathfrak{r}}_{ix} + \frac{\partial}{\partial y} \sum_1^{n} \mathfrak{F}_i \bar{\mathfrak{r}}_{iy} + \frac{\partial}{\partial z} \sum_1^{n} \mathfrak{F}_i \bar{\mathfrak{r}}_{iz},$$

$$K_{(\mathfrak{v}_0=0)} = \sum_0^{\nu} F_{(i)} + \sum_0^{n} F_i + \frac{\partial}{\partial x} \sum_1^{n} F_i \bar{\mathfrak{r}}_{ix} + \frac{\partial}{\partial y} \sum_1^{n} F_i \bar{\mathfrak{r}}_{iy} + \frac{\partial}{\partial z} \sum_1^{n} \mathfrak{F}_i \bar{\mathfrak{r}}_{iz}.$$

bestimmt ist.

§ 15. Transformiert man aus der Ruhe ($\mathfrak{v}_0 = 0$) in die Bewegung ($\mathfrak{v}_0 \neq 0$) des Körpers (wobei $\mathfrak{v}_0$ als von Ort und Zeit unabhängig betrachtet wird) und setzt man zur Abkürzung

$$\bar{\mathfrak{r}}_i + \frac{1}{c^2} (k_0 \mathfrak{v}_0 \bar{\mathfrak{r}}_i)\, k_0 \mathfrak{v}_0 \equiv \mathfrak{a}_i, \quad \frac{1}{c^2} (k_0 \mathfrak{v}_0 \bar{\mathfrak{r}}_i)\, k_0 \equiv a_i,$$

so erhält man für die Kraftdichte im gleichmäßig bewegten Körper:

$$\mathfrak{K} = \sum_0^{\nu} \mathfrak{F}_{(i)} + \sum_0^{n} \mathfrak{F}_i + \frac{\partial}{\partial t} \sum_1^{n} \mathfrak{F}_i a_i + \frac{\partial}{\partial x} \sum_1^{n} \mathfrak{F}_i \mathfrak{a}_{ix} + .. ,$$

$$K = \sum_0^{\nu} F_{(i)} + \sum_0^{n} F_i + \frac{\partial}{\partial t} \sum_1^{n} F_i a_i + \frac{\partial}{\partial x} \sum_1^{n} F_i \mathfrak{a}_{ix} + ..$$

Aus der in § 14 und hier definierten Bedeutung der Vektoren $(\mathfrak{F}_{(i)}, F_{(i)})$, $(\mathfrak{F}_i, F_i)$ und $(\mathfrak{a}_i, a_i)$ sieht man, daß $(\mathfrak{K}, K)$ ein Vierervektor ist (§ 1) und zwar auch dann, wenn die Geschwindigkeit $\mathfrak{v}_0$ nachträglich als von Ort und Zeit abhängig betrachtet wird.

§ 16. Bei Beachtung der Definitionen der Merkmale $(5)_1$, $(6)_1$, (7), (8), (9), (10), (15), (16), (20), (21), und der zugehö-

rigen Gleichungen sowie der vier Feldgleichungen, gelangt man zur Tensordarstellung der Kraftdichte $(\mathfrak{K}, K)$ durch die Größen:

$$\mathfrak{E}, \mathfrak{B}, \quad \mathfrak{E} + \mathfrak{P} \equiv \mathfrak{D}, \quad \mathfrak{B} - \mathfrak{M} \equiv \mathfrak{H},$$

$$\left(\frac{1}{c^2} \mathfrak{v}_0 k_0 \overline{\mathfrak{P}}\right) \mathfrak{E} + \frac{1}{c} [k_0 \overline{\mathfrak{P}} \mathfrak{B}] \equiv \mathfrak{G}, \quad \frac{1}{c^2} (k_0 \overline{\mathfrak{P}} \mathfrak{E}) \equiv G.$$

Definiert man nämlich einen Tensor durch die sechzehn Komponenten:

$$X_x \equiv \mathfrak{G}_x k_0 \mathfrak{v}_{0x} + \mathfrak{E}_x \mathfrak{D}_x + \mathfrak{H}_x \mathfrak{B}_x - \frac{\mathfrak{E}\mathfrak{D} + \mathfrak{H}\mathfrak{B}}{2} + \frac{\mathfrak{P}\mathfrak{E} + \mathfrak{M}\mathfrak{B}}{2},$$

$$X_y \equiv \mathfrak{G}_x k_0 \mathfrak{v}_{0y} + \mathfrak{E}_x \mathfrak{D}_y + \mathfrak{H}_x \mathfrak{B}_y,$$

$$X_z \equiv \mathfrak{G}_x k_0 \mathfrak{v}_{0z} + \mathfrak{E}_x \mathfrak{D}_z + \mathfrak{H}_x \mathfrak{B}_z,$$

$$c X_t \equiv \mathfrak{G}_x k_0 c + \mathfrak{B}_y \mathfrak{D}_z - \mathfrak{B}_z \mathfrak{D}_y, \quad \text{usw.}$$

$$T_x \equiv G k_0 \mathfrak{v}_{0x} c + \mathfrak{H}_y \mathfrak{E}_z - \mathfrak{H}_z \mathfrak{E}_y, \quad \text{usw.}$$

$$c T_t \equiv G k_0 c^2 - \frac{\mathfrak{E}\mathfrak{D} + \mathfrak{H}\mathfrak{B}}{2} - \frac{\mathfrak{P}\mathfrak{E} + \mathfrak{M}\mathfrak{B}}{2},$$

so ergeben sich

$$\mathfrak{K}_x = \frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z} + \frac{\partial X_t}{\partial t},$$

$$\mathfrak{K}_y = \frac{\partial Y_x}{\partial x} + \frac{\partial Y_y}{\partial y} = \frac{\partial Y_z}{\partial z} + \frac{\partial Y_t}{\partial t},$$

$$\mathfrak{K}_z = \frac{\partial Z_x}{\partial x} + \frac{\partial Z_y}{\partial y} + \frac{\partial Z_z}{\partial z} + \frac{\partial Z_t}{\partial t},$$

$$cK = \frac{\partial T_x}{\partial x} + \frac{\partial T_y}{\partial y} + \frac{\partial T_z}{\partial z} + \frac{\partial T_t}{\partial t}.$$

Da die Systeme $(\mathfrak{D}, \mathfrak{H})$ und $(\mathfrak{E}, \mathfrak{B})$ Sechservektoren sind und das System $(\mathfrak{G}, G)$ ein Vierervektor ist, so folgt abermals, daß $(\mathfrak{K}, K)$ ein Vierervektor ist. Derselbe unterscheidet sich (für $c = 1$) von dem MINKOWSKIschen Vierervektor $(K_1, K_2, K_3, \sqrt{-1}\, K_4)$ durch den Vierervektor:

$$\left(\frac{d_0 \mathfrak{G} k_0 DV}{DV \cdot dt} + \operatorname{grad} \frac{\mathfrak{P}\mathfrak{E} + \mathfrak{M}\mathfrak{B}}{2}, \quad \frac{d_0 G k_0 DV}{DV \cdot dt} - \frac{\partial}{\partial t} \frac{\mathfrak{P}\mathfrak{E} + \mathfrak{M}\mathfrak{B}}{2}\right),$$

wo

$$\frac{d_0}{dt} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + \mathfrak{v}_{0x} \frac{\partial}{\partial x} + \mathfrak{v}_{0y} \frac{\partial}{\partial y} + \mathfrak{v}_{0z} \frac{\partial}{\partial z}$$

zu denken ist. Eine Folge dieser Beziehung ist, daß die Ver-

bindungen der Komponenten der MINKOWSKIschen Spannungen[1]) hier ebenfalls erfüllt sind.

Elektrokinematische Erklärung des Zustandes in einem isotropen gleichmäßig bewegten Isolator.

§ 17. Die Beschränkung, daß $\mathfrak{v}_0$ (Geschwindigkeit der Materie) nach Ort und Zeit konstant ist, ermöglicht in dieser Theorie eine verhältnismäßig einfache elektrokinematische Interpretation der POISSON-MINKOWSKIschen Beziehungen der Feldvektoren. Und zwar gestalten sich gewisse hierzu führende Lösungen der Grundgleichungen fast ebenso einfach für $\mathfrak{v}_0 \neq 0$ wie für $\mathfrak{v}_0 = 0$. Um also die Invarianz dieser Lösungen sichtlich zu machen, soll in der Beschreibung derselben ein Bezugssystem benützt werden, in welchem $\mathfrak{v}_0 \neq 0$ ist.

Zu diesem Zwecke sollen die zu der Zeit t betrachteten Teilchen DK_i (Art. 1) auch noch zu Zeiten t_{0i}, die von t und von einander verschieden sind, betrachtet werden, wobei zwischen diesen Zeiten die (invariante) Beziehung

$$(a)_1 \qquad t - \frac{\mathfrak{v}_0 \mathfrak{r}}{c^2} = t_{0i} - \frac{\mathfrak{v}_0 \mathfrak{r}_{0i}}{c^2}, \quad (i = 1, 2, .., n)$$

festgesetzt werden soll, wo $\mathfrak{r}_{0i}$ den Ort des Teilchens DK_i zu der Zeit t_{0i} bedeutet. (Mit $\mathfrak{r}_i$ haben wir den Ort des Teilchens zu der Zeit t bezeichnet.)

Neben den Bezeichnungen:

$$(a)_2 \qquad c : \sqrt{c^2 - \mathfrak{v}_i^2} \equiv k_i, \quad c : \sqrt{c^2 - \mathfrak{v}_0^2} \equiv k_0$$

(wo $\mathfrak{v}_i$ die Geschwindigkeit der aus DK_i nach DK verschobenen elektrischen Ladung $\varrho_i DV$ bedeutet § 2) werden noch allgemein die Abkürzungen

$$(a)_3 \qquad \mathfrak{R} + \left(\frac{k_0 \mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{R}\right) \frac{k_0 \mathfrak{v}_0}{c} \equiv \mathfrak{R}^{\nabla}$$

$$(a)_4 \qquad \left\{1 - \frac{k_0^2}{c^2} \left(\frac{d\mathfrak{r}_i}{dt_{0i}} \frac{d\mathfrak{r}^{\nabla}}{dt_{0i}}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} \equiv \vartheta_i, \quad (i = 1, 2, .., n)$$

benützt.

---

1) M. BORN, „Elastizitätstheorie und Relativitätsprinzip". Phys. Zeitschr. 1911. S. 570 (7″).

§ 18. Zu den Raumzeitpunkten $(\mathfrak{r}, t)$, $(\mathfrak{r}_i, t)$, $(\mathfrak{r}_{0i}, t_{0i})$ gehören im Sinne der Definitionen des §§ 2 und 14 gewisse dienliche Beziehungen, die hier zusammengefaßt werden sollen.

Man hat

$$\mathfrak{r}_i - \mathfrak{r}_{0i} = (t - t_{0i})\,\mathfrak{v}_0,$$

also

$$\mathfrak{r} \equiv \mathfrak{r}_{0i} + (\mathfrak{r} - \mathfrak{r}_i) + (\mathfrak{r}_i - \mathfrak{r}_{0i}) = \mathfrak{r}_{0i} + \bar{\mathfrak{r}}_i + (t - t_{0i})\,\mathfrak{v}_0.$$

Aus $(a)_1$ folgen daher

$$(a)_5\ (a)_6 \qquad t = t_{0i} + \left(\frac{\mathfrak{v}_0}{c^2}\,\bar{\mathfrak{r}}_i^{\nabla}\right), \quad \mathfrak{r} = \mathfrak{r}_{0i} + \bar{\mathfrak{r}}_i^{\nabla},$$

$$(a)_7\ (a)_8 \qquad \frac{dt}{dt_{0i}} = 1 + \left(\frac{\mathfrak{v}_0}{c^2}\,\frac{d\bar{\mathfrak{r}}_i^{\nabla}}{dt_{0i}}\right), \quad \frac{d\mathfrak{r}}{dt_{0i}} = \mathfrak{v}_0 + \frac{d\bar{\mathfrak{r}}_i^{\nabla}}{dt_{0i}},$$

und für die Geschwindigkeit $\mathfrak{v}_i$ der Ladung $\varrho_i DV$ am Orte $\mathfrak{r}$:

$$(a)_9 \qquad \mathfrak{v}_i \equiv \frac{d\mathfrak{r}}{dt} \equiv \frac{d\mathfrak{r}}{dt_{0i}}\,\frac{dt_{0i}}{dt} = \left(\mathfrak{v}_0 + \frac{d\bar{\mathfrak{r}}_i^{\nabla}}{dt_{0i}}\right) : \frac{dt}{dt_{0i}}.$$

Daraus und aus $(a)_2$ und $(a)_7$ kann abgeleitet werden, daß nach der Bezeichnung $(a)_4$:

$$(a)_{10} \qquad \vartheta_i k_i = k_0\,\frac{dt}{dt_{0i}},$$

folglich allgemein

$$(a)_{11} \qquad \begin{cases} \vartheta_i k_i \dfrac{d}{dt} = k_0\,\dfrac{d}{dt_{0i}} \\ \left(\dfrac{d}{dt} \equiv \dfrac{\partial}{\partial t} + \mathfrak{v}_{ix}\,\dfrac{\partial}{\partial x} + \ldots, \quad \dfrac{d}{dt_{0i}} \equiv \dfrac{\partial}{\partial t_{0i}} + \mathfrak{v}_{0x}\,\dfrac{\partial}{\partial x_{0i}} + \ldots\right). \end{cases}$$

Aus $(a)_9$ und aus $(a)_7$ folgt weiterhin nach $(a)_{10}$:

$$(a)_{12} \qquad \begin{cases} \vartheta_i k_i \mathfrak{v}_i = k_0 \left(\mathfrak{v}_0 + \dfrac{d\bar{\mathfrak{r}}_i^{\nabla}}{dt_{0i}}\right), \\ \vartheta_i k_i = k_0 \left(1 + \dfrac{\mathfrak{v}_0}{c^2}\,\dfrac{d\bar{\mathfrak{r}}_i^{\nabla}}{dt_{0i}}\right), \end{cases}$$

woher

$$(a)_{13} \qquad \vartheta_i k_i\,(\mathfrak{v}_i - \mathfrak{v}_0) \equiv \vartheta_i k_i \bar{\mathfrak{v}}_i = k_0\,\frac{d\bar{\mathfrak{r}}_i}{dt_{0i}}.$$

Wiewohl $\bar{\mathfrak{r}}_i$ einen physikalisch unendlich kleinen Vektor darstellt, wird hier die relative Geschwindigkeit $\bar{\mathfrak{v}}_i$ $\left(\equiv \dfrac{d\bar{\mathfrak{r}}_i}{dt}\right)$ doch physikalisch endlich groß angenommen.

Es ist noch in acht zu nehmen, daß, wenn die Zahlenwerte einer Funktion

$$\Phi(t_{0i}, \mathfrak{r}_{0i}) \equiv \Phi_i, \qquad \Phi(t, \mathfrak{r}) \equiv \Phi$$

und ihrer partiellen Ableitungen von gleichen physikalischen Größenordnungen sind, so hat man nach $(a)_5$ und $(a)_6$ mit physikalisch unendlich großer Pünktlichkeit zweiter Ordnung:

$$(a)_{14} \qquad \Phi_i = \Phi - \left\{ \frac{\partial \Phi}{\partial t}\left(\frac{\mathfrak{v}_0}{c^2}\,\bar{\mathfrak{r}}_i^{\,\nabla}\right) + \frac{\partial \Phi}{\partial x}\,\bar{\mathfrak{r}}_{ix}^{\,\nabla} + \cdot + \cdot \right\}$$

und mit voller Pünktlichkeit:

$$(a)_{15} \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial t} = \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial t_{0i}} - \left\{ \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial t_{0i}}\left(\dfrac{\mathfrak{v}_0}{c^2}\,\dfrac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_i^{\,\nabla}}{\partial t}\right) + \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial x_{0i}}\,\dfrac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_{ix}^{\,\nabla}}{\partial t} + \cdot + \cdot \right\}, \\ \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial x} = \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial x_{0i}} - \left\{ \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial t_{0i}}\left(\dfrac{\mathfrak{v}_0}{c^2}\,\dfrac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_i^{\,\nabla}}{\partial x}\right) + \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial x_{0i}}\,\dfrac{\partial \bar{\mathfrak{r}}_{ix}^{\,\nabla}}{\partial x} + \cdot + \cdot \right\}, \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \end{cases}$$

§ 19. Es sind zu erfüllen: I. die Symetriegleichungen (11), II. die Kontinuitätsgleichungen (12), III. die Momentgleichungen (14), IV. die Bewegungsgleichungen der Elektrizitäten (25), wo jetzt die Größen p, q, k, $\mathfrak{v}$, ϱ, $\mathfrak{k}$ mit dem Index i zu nehmen sind, V. die Feldgleichungen (23) für $\mathfrak{S}_T = \mathfrak{S}_G$, $\varrho_T = \varrho_G$, alles im Sinne der Definitionen in § 3.

Die unter I, II, III, IV postulierten Gleichungen werden mit physikalisch unendlich großer Pünktlichkeit erfüllt durch die partikulären Ansätze:

1 $$i = 0, 1, 2, 3, 4 \text{ (d. h. } n = 4)$$

2 $$\begin{cases} \bar{\mathfrak{r}}_i = \mathfrak{G}_i + \mathfrak{N}_i \cos\theta_i + \mathfrak{U}_i \sin\theta_i, \qquad (i = 1, 2, 3, 4) \\ \theta_1 = k_0\,\dfrac{c^2 t - \mathfrak{v}_0 \mathfrak{r}}{c^2 T} = k_0\,\dfrac{c^2 t_{0i} - \mathfrak{v}_0 \mathfrak{r}_{0i}}{c^2 T}, \\ \theta_2 = \theta_1 + \dfrac{\pi}{2}, \quad \theta_3 = \theta_2 + \dfrac{\pi}{2}, \quad \theta_4 = \theta_3 + \dfrac{\pi}{2}, \end{cases}$$

wo T eine physikalisch unendlich kleine konstante invariante Zeitdauer ist und die dreikomponentigen Größen

$$\mathfrak{G}_i \equiv \mathfrak{G}(t_{0i}, \mathfrak{r}_{0i}), \quad \mathfrak{N}_i \equiv \mathfrak{N}(t_{0i}, \mathfrak{r}_{0i}), \quad \mathfrak{U}_i \equiv \mathfrak{U}(t_{0i}, \mathfrak{r}_{0i}),$$

samt Ableitungen physikalisch unendlich kleine $(\mathfrak{r} - t\mathfrak{v}_0)$-artige Vektoren sind und den Beziehungen

3 $$\mathfrak{U}_i \mathfrak{U}_i^{\,\nabla} = \mathfrak{N}_i \mathfrak{N}_i^{\,\nabla}, \qquad \mathfrak{N}_i \mathfrak{U}_i^{\,\nabla} = \mathfrak{U}_i \mathfrak{N}_i^{\,\nabla} = 0$$

genügen.

Weitere Ansätze sind:

$$\underset{4}{\frac{\varrho_i}{\vartheta_i k_i}} = \varpi + \varphi_i \cos\theta_i + \psi_i \sin\theta_i, \quad (i = 1, 2, 3, 4),$$

wo θ_i die obige Bedeutung hat und ϖ ist eine physikalisch unendlich große invariante Konstante, und

$$\underset{5}{\begin{cases} \varphi_i \equiv \left(\frac{\partial \mathfrak{v}_0 \mathfrak{N}_i^{\nabla}}{c^2 \partial t_{0i}} + \operatorname{div}_{0i} \mathfrak{N}_i^{\nabla}\right) \varpi, \\ \psi_i \equiv \left(\frac{\partial \mathfrak{v}_0 \mathfrak{U}_i^{\nabla}}{c^2 \partial t_{0i}} + \operatorname{div}_{0i} \mathfrak{U}_i^{\nabla}\right) \varpi. \end{cases}}$$

$$\underset{6}{\begin{cases} \varrho_5 = \varrho_0 = -4 k_0 \varpi \left\{ 1 + \frac{\partial \mathfrak{v}_0 \mathfrak{G}^{\nabla}}{c^2 \partial t} + \operatorname{div} \mathfrak{G}^{\nabla} \right\}, \\ \mathfrak{G}^{\nabla} \equiv \mathfrak{G}^{\nabla}(t, \mathfrak{r}). \end{cases}}$$

$$\underset{7}{\mathfrak{k}_i = -\varpi^2 \lambda_i \bar{\mathfrak{r}}_i,}$$

wo λ_i eine invariante positive Funktion von t_{0i} und $\mathfrak{r}_{0i}$ ist.

$$\underset{8}{\begin{cases} \frac{p_i}{\vartheta_i} \text{ und } \frac{q_i}{\vartheta_i} \text{ samt Ableitungen bedeuten physikalisch end-} \\ \text{lich große positive Funktionen von } t_{0i} \text{ und } \mathfrak{r}_{0i}. \end{cases}}$$

$$\underset{9_1}{\varpi \lambda \mathfrak{G} = k_0 \left\{ \mathfrak{E} + \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{B}\right] - \left(\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{E}\right) \frac{\mathfrak{v}_0}{c} \right\},}$$

$$\underset{9_2}{(\lambda - \nu) \varpi \mathfrak{N} = \left[\frac{\mathfrak{U}^{\Delta}}{cT} \left(\mathfrak{B} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{E}\right]\right)\right],}$$

$$\underset{9_3}{(\lambda - \nu) \varpi \mathfrak{U} = -\left[\frac{\mathfrak{N}^{\nabla}}{cT} \left(\mathfrak{B} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{E}\right]\right)\right],}$$

wo

$$\underset{10}{\nu \equiv \frac{pq}{T^2 \varpi^2 \vartheta^2}}$$

ist und alle veränderliche Größen auf t und $\mathfrak{r}$ zu beziehen sind.

Die für $\mathfrak{v}_0 \neq 0$ etwas mühsame Verifizierung dieser Ansätze als partikuläre Lösungen der Gleichungen I, II, III, IV ergibt sich doch leicht mittels der Beziehungen $(a)_1, (a)_2, .., (a)_{15}$ im Artikel 17 und 18. Da indessen alle Ansätze invariant gegenüber LORENTZtransformationen sind, so darf die Prüfung derselben auf den Fall $\mathfrak{v}_0 = 0$ beschränkt werden. In diesem Falle haben wir

$$\mathfrak{r}_i = \mathfrak{r}_{0i}, \quad t = t_{0i}, \quad \mathfrak{r} = \mathfrak{r}_{0i} + \bar{\mathfrak{r}}_i, \quad k_0 = 1, \quad \vartheta_i k_i = 1, \quad \mathfrak{v}_i = \bar{\mathfrak{v}}_i = \frac{d\bar{\mathfrak{r}}_i}{dt_{0i}},$$

und laut $\underset{2}{}$ haben wir in $(a)_{15}$ mit physikalisch unendlich großer Pünktlichkeit erster Ordnung:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Phi_i}{dt} = \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial t_{0i}} + \dfrac{\sin\theta_i}{T}\,(\mathfrak{N}_i \operatorname{grad}_{0i} \Phi_i) - \dfrac{\cos\theta_i}{T}\,(\mathfrak{U}_i \operatorname{grad}_{0i} \Phi_i) \\ \dfrac{\partial \Phi_i}{dx} = \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial x_{0i}}, \quad \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial y} = \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial y_{0i}}, \quad \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial z} = \dfrac{\partial \Phi_i}{\partial z_{0i}}, \end{cases}$$

und mit physikalisch unendlich großer Pünktlichkeit zweiter Ordnung haben wir in $(a)_{14}$:

$$\Phi_i = \Phi - (\bar{\mathfrak{r}} \operatorname{grad} \Phi).$$

Mittels dieser Beziehungen gestaltet sich die Verifizierung unserer Ansätze $\underset{\sim}{1}$, $\underset{\sim}{2}$, .., $\underset{\sim}{9}_3$ an den Gleichungen I, II, III, IV ziemlich einfach.

Es sind aber noch zu erfüllen die Feldgleichungen (23) für $\mathfrak{S}_T = \mathfrak{S}_G$, $\varrho_T = \varrho_G$. Infolge unserer Ansätze können diese Gleichungen so geschrieben werden:

$$\begin{cases} c \operatorname{rot} \mathfrak{H} = \dfrac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t}, & \operatorname{div} \mathfrak{D} = 0, \\ c \operatorname{rot} \mathfrak{E} = -\dfrac{\partial \mathfrak{B}}{\partial t}, & \operatorname{div} \mathfrak{B} = 0, \\ (\mathfrak{D} = \mathfrak{E} + \mathfrak{P}, \quad \mathfrak{H} = \mathfrak{B} - \mathfrak{M}). \end{cases}$$

Es wird sich zeigen, daß die Vektoren $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{E}$, $\mathfrak{B}$ algebraisch ausgedrückt werden können durch die Vektoren $\mathfrak{G}^{\wedge}$ und $k_0[\mathfrak{N}\mathfrak{U}]$, also diese Gleichungen dienen lediglich zur analytischen Beschränkung dieser beiden Vektoren.

§ 20. Aus den Definitionen der Vektoren $\overline{\mathfrak{M}}$ und $\overline{\mathfrak{P}}$ in § 3 folgt nach $(a)_{12}$, $\underset{\sim}{2}$ und $\underset{\sim}{4}$, daß

$$k_0 \overline{\mathfrak{M}} \equiv k_0 \left\{ \mathfrak{M} + \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{P}\right] \right\} = \frac{2\varpi}{cT} k_0 [\mathfrak{N}\mathfrak{U}],$$

$$k_0 \overline{\mathfrak{P}} \equiv k_0 \left\{ \mathfrak{P} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{M}\right] \right\} = 4\varpi \mathfrak{G}^{\vee}.$$

Da weiter nach den Gleichungen $\underset{\sim}{9}_2$, $\underset{\sim}{9}_3$ wegen $\underset{\sim}{3}$:

$$\mathfrak{N}\left(\mathfrak{B} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{E}\right]\right) = 0, \quad \mathfrak{U}\left(\mathfrak{B} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{E}\right]\right) = 0$$

ist, so ergibt sich nach $\underset{\sim}{3}$ sowohl aus der einen wie aus der anderen jener Gleichungen, indem dieselben mit $\frac{\mathfrak{U}}{cT}$ resp. mit $\frac{\mathfrak{N}}{cT}$ vektoriell multipliziert werden, daß:

$$(\lambda - \nu) \frac{\varpi}{cT} [\mathfrak{N}\mathfrak{U}] = \frac{\mathfrak{N}\mathfrak{N}^{\nu}}{c^2 T^2} \left(\mathfrak{B} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{E}\right]\right).$$

Die Gleichung $\mathfrak{Y}_1$, kann aber so geschrieben werden:

$$\varpi \lambda \mathfrak{G}^{\nu} = k_0 \left(\mathfrak{E} + \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{B} \right] \right).$$

Werden diese beiden Gleichungen mit den Ausdrücken der Vektoren $k_0 \overline{\mathfrak{M}}$ und $k_0 \overline{\mathfrak{P}}$ verglichen, so ergeben dieselben (für $\mathfrak{M} \equiv \mathfrak{B} - \mathfrak{H}$ und $\mathfrak{P} \equiv \mathfrak{D} - \mathfrak{E}$) die POISSON-MINKOWSKIschen Beziehungen[1]):

$$\mathfrak{D} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{H} \right] = \varepsilon \left\{ \mathfrak{E} + \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{B} \right] \right\},$$

$$\mathfrak{B} + \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{E} \right] = \mu \left\{ \mathfrak{H} - \left[\frac{\mathfrak{v}_0}{c} \mathfrak{D} \right] \right\},$$

wo übrigens

$$\varepsilon \equiv 1 + \frac{4}{\lambda}, \quad \mu = 1 + \frac{2 \mathfrak{N} \mathfrak{N}^{\nu}}{c^2 T^2 (\lambda - \nu) - 2 \mathfrak{N} \mathfrak{N}^{\nu}}$$

zu denken ist.

---

1) H. MINKOWSKI, Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern. Nachr. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1908.

3.

ÜBER EINIGE NEUE GLIEDER DER MARCGRAVIACEEN, AUF BASIS DER PHYLOGENIE UND DER VERGLEICHENDEN ANATOMIE.

Hierzu Tafel I—XIV.

Von Prof. Dr. ALADÁR RICHTER c. M. in Posony (Preßburg).

[Vorgelegt der Ung. Akademie der Wissenschaften am 18. Oktober 1915.]

Inhalt: Einleitung. Übersicht über die biologische und anatomische Kenntnis der Ternstroemiaceen, resp. Marcgraviaceen, über die hierauf bezüglichen literarischen Angaben mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, die sich der Pflege der ungarischen wissenschaftlichen Botanik entgegenstellen. — Motivierung der Benennungen der in vorliegender Artikelserie vorkommenden Novitäten. — Erörterung der hierbei befolgten phylogenetischen Untersuchungsmethoden im Gegensatze zur exomorphologischen Schablone der konservativen Schule.

I. *Norantea Eötvösorum* Al. Richt., im Vergleich mit *Norantea macroscypha* Gilg (Taf. I—V).

II. *Norantea Lócyi* Al. Richt., im Vergleich mit den *Ruyschia*-Arten, *Souroubea exauriculata* Delpino und *dasystachya* Gilg, ferner *Norantea gracilis* (Wittm.) Al. Richt. (Taf. VI—VIII).

III. *Norantea Zahlbruckneri* Al. Richt., im Vergleich mit *Norantea cacabifera* G. Don und *N. microscypha* Gilg (Taf. IX—XIII).

IV. *Souroubea Gilgi* Al. Richt., im Vergleich mit *Souroubea lepidota* (Miqu.) Al. Richt., *S. exauriculata* Delpino und *S. dasystachya* Gilg ined. (Taf. XIII—XIV).

V. Zusammenfassung der zitierten Literatur.

VI. Spezieller Ausweis der dem Gegenstand der Untersuchungen zugrunde gelegten Herbarexemplare.

VII. Erklärung der Tafeln.

Die systematische Stellung der Ternstroemiaceen in der Pflanzenwelt ist infolge der verschiedenen Auffassungen eine überaus wechselnde (**33.** 106 usw.)[1]). Aus dem Rahmen dieser Familie hebt sich, entgegen der in den Genera Plantarum von BENTHAM-HOOKER (**3.** I. 181) ausgesprochenen Auffassung, die von JUSSIEU aufgestellte Sippe (**9.** 18) der *Marcgraviaceae*[2]) als eine in jeder Hinsicht selbständige, also mit natürlichen Grenzen umzogene Familie ab.

Die Ameisen-, Insekten- oder Vögel- liebenden (myrmeco-, entomo-, ornithophilen) Glieder derselben bieten alle das größte biologische Interesse (**4.** **5.** **10.** **18.** 161) und sind ausnahmslos in jenen Gebieten Amerikas heimisch, als deren nördlich-südliche Grenzen kurz die beiden Wendekreise bezeichnet werden können.

Dieselben zogen infolge ihrer eigentümlich gestalteten und den Brakteen gleichwertigen Nektarien (**9.** Taf. 40—51, **18.** 160, Fig. 83; — Taf. I, Fig. 3 *nc*), weiter wegen der auf der Blattunterseite befindlichen Glandeln, die GILG in seinen Beschreibungen vielleicht doch irrtümlich „hydatodus [sic!] hypophyllus" benennt: **21.** 31—32; Taf. I, Fig. 1 *a—b*, 7; Taf. VI, Fig. 29, 31, 34; Taf. IX, Fig. 57; Taf. XI, Fig. 70; Taf. XIII, Fig. 81 *gl—gl*[3]), sowie infolge

1) Eine Zusammenfassung der bezüglichen Literatur gibt **Kap. V.** Die fettgedruckten Zahlen entsprechen den im Texte unter Parenthese gesetzten Zahlen, die nachfolgenden bezeichnen die betreffende Seitenzahl.

2) *Marcgravia* PLUMIER Nov. Pl. Amer. Gen. 7. t. 29. LINNÉ Gen. VI. ed. 640 et Spec. Plant. II. 562 etc. „In honorem cl. GEORGII MARKGRAV de Liebstadt prope Pirnam, * 20. IX. 1610, † 1644." Cfr. GUIL. PISONIS et G. MARCGRAVII Hist. natur. Brasiliae, Amstelod. 1684.

Eine überaus interessante Skizze des Lebens und des wissenschaftlichen Wirkens von GEORG MARGGRAV siehe **30.** 53—56.

3) Dieselben werden sehr oft, wie dies auch schon SOLEREDER betont (**22.** 151), mit den an Marcgraviaceenblättern wahrnehmbaren Korkwucherungen (Korkwarzen) verwechselt. Über alles dieses habe ich eine besondere Arbeit mit I—XII Doppeltafeln bereits in der Sitzung der Ung. Akademie d. Wissenschaften zu Budapest am 17. Jan. 1916 vorgelegt. Sie wird demnächst auch in den „Math.-Naturwiss. Ber. aus Ungarn" veröffentlicht unter dem Titel: „Vergl. anatom. u. entwicklungsgeschichtl. Untersuchungen über Korkwucherungen an den Blättern der Marcgraviaceen".

ihrer eigenartigen Gewebedifferenzierung alsbald die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich, ohne daß jedoch bis auf den heutigen Tag das überaus dankbare Untersuchungsgebiet innerhalb des Kreises dieser Familie auch nur annähernd ausgebeutet wäre (**9. 11—14**).

An den Blattspitzen vieler Marcgraviaceen (worüber GILG in seiner Beschreibung der *N. macroscypha* sagt: „foliis apice ipso ut videtur semper manifeste emarginatis ibidemque verosimiliter secernentibus" [**21.** 31]) bildet sich ein eigentümliches Organ (Taf. I, Fig. 7 *hy—hy*$_2$), das wohl als „Hydathod" anzusprechen ist, dessen physiologisch-anatomische Kenntnis indessen nur in der Urheimat der Marcgraviaceen durch Untersuchungen an der lebenden Pflanze festgestellt werden könnte. Wahrscheinlich ist es, daß die Rolle dieser Organe nur temporär ist und sie sich nach Einstellung ihrer Funktion infolge der geringeren Konsistenz ihres Gewebes von den ± lederartigen Blättern leicht ablösen, weshalb die Blätter sich später als „folia emarginata" zeigen (Taf. I, Fig. 7 *hy*$_2$; Taf. VI, Fig. 34 etc.).

Die Eigentümlichkeit der Gewebedifferenzierung der Blätter wird noch erhöht durch die die Glieder der Gattung *Marcgravia* charakterisierende Ortho- und Plagiotropie der fertilen und sterilen Triebe (**24.** 28), d. h. der dem entsprechende Dimorphismus (Taf. IV, Fig. 21 *a—b*) bedeutet zugleich die anatomische und physiologische Heterophyllie[1]) gegenüber den übrigen Genera der Marcgraviaceen (*Norantea*, *Souroubea* und *Ruyschia*), bei denen der Isomorphismus der Blätter mit der Orthotropie des

1) Mit der Frage der physiologischen Heterophyllie beschäftigte ich mich in meiner in der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 18. Jänner 1915 vorgelegten größeren Arbeit (Math. és Természettud. Ért. XXXIII. 1915, 248—49), einer in extenso auch in den „Mathemat. und naturwissenschaftlichen Berichten aus Ungarn", Bd. XXXIV mit I—XII Taf. erscheinenden Leidener Arbeit. Um Mißverständnissen, bezüglich leicht möglichen irrigen Erklärungen vorzubeugen, möchte ich nochmals betonen, daß ich in diesen Erörterungen aus dem Begriffe der rein physiologischen Heterophyllie s. str. die „morphologische Heterophyllie" ausdrücklich ausscheide, wofür man als gewöhnliches Beispiel die Kollektivspezies von „Ranunculus aquatilis" anzuführen pflegt. Es ist von morphologisch durchschnittlich übereinstimmenden, physiologisch-anatomisch jedoch sich verschieden verhaltenden Organen (Blättern) die Rede.

Genus *Marcgravia* in der physiologischen Bedeutung des Wortes gleichwertig ist (Taf. I, Fig. 1 *a—b*; Fig. 7; Taf. VI, Fig. 29—31, 33—34; Taf. IX, Fig. 57; Taf. XI, Fig. 70; Taf. XIII, Fig. 81).

Trotzdem befassen sich, z. B. auch hinsichtlich der ihrer mechanischen Rolle wegen überaus interessanten Sklereïden BUCH (**6**), der Holländer WIJNAENDTS-FRANCKEN (**16.** 40) und PEKELHARING (**33**) in ihren speziell über Sklereïden geschriebenen Abhandlungen nur mit Allgemeinheiten, so daß SOLEREDER bei der Gruppierung derselben mehr auf die Angaben BLENKS (**12**) angewiesen war (**22.** 147).

Aus meinen der Ungarischen Akademie der Wissenschaften hiermit vorgelegten Studien und meiner (wahrscheinlich im Auslande erscheinenden), größeren Arbeit über die phylogen.-vergl. Anat. der Marcgraviaceen wird ersichtlich sein, daß schon allein das Verhalten der isomorphen Marcgraviaceen in dieser Hinsicht ein unendlich abwechslungsreicheres Bild bietet, als wie das, welches wir bislang aus den Untersuchungen von noch dazu ganz unzulänglich, ja sogar ganz falsch orientierten mikroskopischen Schnitten kennen.

Bezüglich der Histiologie[1]) der Marcgraviaceen war noch vor kurzem SZYSZYŁOVICZ, sozusagen der Monograph dieser Familie, ausschließlich auf eine einzige, nur auf drei *Marcgravia*-Arten und eine *Norantea* sich gründende Arbeit JUELS angewiesen (**14. 18.** 158—59), weshalb ich wohl sagen darf, daß ich mit meiner der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vor bereits 18 Jahren (1897) vorgelegten Arbeit über Marcgraviaceen zur Ausfüllung einer empfindlichen Lücke beigetragen habe (**24**). Diese Marcgraviaceenstudie blieb, da sie zu spät publiziert wurde,

1) Die meisten Gelehrten schreiben „Histologie", weil dies tatsächlich in den meisten Lehrbüchern auch als Titel zu lesen ist — statt des richtigeren „Histiologie". Ἱστός, ὁ (von ἵστημι) bedeutet ursprünglich Mastbaum (Schiffsmast) und nur in zweiter Reihe Webebaum (der Webestuhl der Alten). Hingegen ist ἱστίον, τὸ = jedes Gewebe (Tuch, Decke, Gewand), welcher Ausdruck sich seit HOMEROS im allgemeinen auf das Segel bezieht (ἱστία μὲν στείλαντο: θέσαν δ' ἐν νηὶ μελαίνῃ, ἱστὸν δ' ἱστοδόκῃ πέλασαν προτόνοισιν ὑφέντες ILIAS I. 433—34). Ἱστιοφόρος ist Segel tragend, dagegen ἱστοδόκη = Mastbehälter, — folglich Histiologie und nicht Histologie.

in dem im Jahre 1899 herausgegebenen grundlegenden Werke von SOLEREDER unberücksichtigt (**22.** 154).

Die Frage beschäftigte zur selben Zeit auch GOEBEL in seiner für jedes botanische Institut unentbehrlichen und klassisch-schönen „Organographie" (**20.** 137, Fig. 93; **24.** 31—32, sub Obs. **), und daß ich nicht eine überflüssige Arbeit vollführte, rechtfertigt der elf Jahre später erschienene Ergänzungsband zum Hauptwerke SOLEREDERS (**22**), in welchem die Resultate meiner vorerwähnten anatomischen Untersuchungen auch vom Standpunkte der systematischen Anatomie noch immer verwendbar waren (**23.** 42—45).[1])

Mit den von mir damals untersuchten Marcgraviaceen beschäftigten sich späterhin eingehend der Däne V. A. POULSEN (**25.** 244—46), ferner der Italiener GUIDO PAOLI (**28.** 210—16). Während indessen meine diesbezüglichen Untersuchungen der Aufmerksamkeit POULSENS nicht entgingen (**25.** 244), nahmen der Franzose PITARD (**26. 27**) und gleich ihm PAOLI (**28**), bei den im pflanzenanatomischen und -physiologischen Institute zu Firenze gemachten Untersuchungen und primitiven Zeichnungen sogar von JUEL (**14**) keinerlei Notiz, was von einer gewissen italienischen und französischen Indolenz zeugt, wenn es sich um wissenschaftliche Literatur, zumal in deutscher Sprache handelt.

Der Schwede JUEL war um vieles gewissenhafter, da er sogar die sich in großen Allgemeinheiten bewegenden Untersuchungen CONRAD MÜLLERS seiner Aufmerksamkeit würdigte (**11**). In Verbindung hiermit muß ich noch die Arbeiten von BLENK (**12**) und HITZEMANN (**13**) erwähnen, zum Zeichen dessen, daß sich mit den anatomischen Untersuchungen der einen oder anderen Art der Marcgraviaceen — zwar mit einem von dem meinen abweichenden Ziele — zu verschiedenen Zeiten Botaniker verschiedener Nationen befaßten.

---

1) Die Frage der in den Marcgraviaceenblättern — wie ich dies auch gelegentlich meiner fortschreitenden Untersuchungen beobachtete — nicht gar allzu selten auftretenden Myceliumfäden hat SOLEREDER a. a. O. mit Berufung auf PAOLI (**28**) aufgeworfen. Meinerseits werde ich mich in einer demnächst herauszugebenden größeren Marcgraviaceenarbeit auch auf diese Frage ausbreiten

Jedes der drei Genera der Marcgraviaceengruppe BENTHAM-HOOKERS und zwar 1. *Marcgravia*, 2. *Norantea* und 3. *Ruyschia* (incl. *Souroubea*) umfaßt durchschnittlich acht Arten (**3.** I, 181). Die Anzahl der Arten hat sich infolge der großzügigen phytogeographischen und systematischen Tätigkeit der Berliner ENGLER-schule (**21. 29. 31—32**), einschließlich der früheren Arbeiten von G. DON (**1**), TRIANA und PLANCHON (**2**), H. BAILLON (**7**) und JOHN DONNELL SMITH (**19**) hinsichtlich der Gattung *Marcgravia* auf 39, *Norantea* auf 30—31 und *Ruyschia-Souroubea*[1]) auf 16 erhöht.

Meine beinahe auf alle Arten der isomorphen Marcgraviaceen sich erstreckenden vergleichend phylogenetisch-anatomischen Untersuchungen vollführte ich teils in der botanischen Abteilung des k. u. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien, teils im botanischen Institute der Wiener Universität im Verlaufe der Monate März bis Juli des Jahres 1915 mit vollständiger Ausnützung des Materials des Ungarischen Nationalmuseums, des Berlin-Dahlemer botanischen Museums, des „BOISSIER-Herbariums" von BARBEY (Chambésy) und der Universität in Utrecht.[2])

Hofrat Prof. Dr. v. WETTSTEIN von der Universität, Hofrat und Intendant Dr. STEINDACHNER, ferner mein geehrter Freund, Dr. ALEXANDER ZAHLBRUCKNER, Direktor der botanischen Abteilung des Naturhistorischens Hofmuseum, verpflichteten mich zu großem Danke, da sie mich mit wissenschaftlichem Hilfsmateriale aller Art versahen. Auch muß ich der Wiener Vertretung der Firma ZEISS-Jena meinen Dank für die Liberalität abstatten, mit der sie mir es ermöglichte, über ein Mikroskop erster Güte ständig verfügen zu können.

---

1) Die an Arten reichere Gattung *Souroubea* ist von der nur durch drei Arten vertretenen *Ruyschia* (*R. clusiaefolia* JACQ., *R. sphaeradenia* DELP., *R. platyadenia* GILG) zu trennen, weil entgegen der englischen Auffassung (**3.** I, 181 und Kew Index) dies das Richtigere ist (**9. 18** etc.).

2) Von der Untersuchung einiger als Unica anzusprechender Spezies mußte ich wegen der zur Zeit absoluten Unzugänglichkeit der Sammlungen von London-Kew und Paris absehen. Alle Bemühungen meiner „neutralen" Freunde in der Schweiz und Holland blieben vorläufig fast resultatlos.

Ebenso fühle ich mich den Herren Geh. Oberregierungsrat Prof. Dr. ADOLF ENGLER und Prof. Dr. LUDWIG DIELS, Direktoren des Berliner botanischen Museums und Gartens, GUSTAVE BEAUVERD, Konservator des BOISSIER-BARBEY-Herbariums (Genève-Chambésy), Prof. Dr. MOLL (Groningen), Prof. Dr. PULLE (Utrecht) und meinem lieben Freund Hofrat Dr. FERDINAND FILARSZKY, Direktor der botanischen Abteilung des Ungar. Nationalmuseums, für die Überlassung des von ihnen erbetenen Materials und die liberale Einsendung literarischer Werke zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Unter den Marcgraviaceen der Sammlungen von Berlin, Budapest und Chambésy stieß ich auf einige in phylogenetischer Hinsicht überaus interessante Novitäten.

Hiermit übergebe ich nun meine Detailstudien über die Eigentümlichkeiten dieser, sowie anderer Marcgraviaceen, mich dabei innerhalb der durch die „Math. und Naturwiss. Berichte" gebotenen Schranken haltend, der löblichen Akademie.

Meine vorliegenden Arbeiten, ein Beweis der engen Zusammengehörigkeit von Budapest, Wien und Berlin, stehen, im Gegensatze zu meiner im Vorjahre in Holland im Frieden verlebten Arbeitszeit, im Zeichen des großen Weltkrieges.

Mit meinen vorliegenden Mitteilungen möchte ich den auf allen Gebieten um sich greifenden Kämpfen des Magyarentums ein Denkmal schaffen und zwar durch die Ungar. Akademie der Wissenschaften. Ich tue dies, indem ich, um unser Dasein und die naturwissenschaftliche Begabung des Magyarentums zu beweisen, einer drüben in den weiten Gefilden Amerikas ewig grünenden *Norantea* den darauf hinweisenden Namen gebe.

Eine der Noranteen birgt das weitberühmte Herbarium in Berlin, die andere dasjenige in Budapest. Aus dem Berliner und dem in Chambésy aufbewahrten Herbarium von BOISSIER-BARBEY kam außerdem noch je eine Novität zum Vorschein, die ich als Andenken an Wien und Berlin benennen will, um dadurch meinem Danke beiden Städten gegenüber Ausdruck zu verleihen, in denen ich mich mit dem Studium der dort angehäuften großen Schätze seit Jahrzehnten ungestört befassen konnte und meine natur-

wissenschaftlichen Bestrebungen stets ein wohlwollendes Verständnis fanden.

In der Zusammenfassung der Resultate meiner diesbezüglichen Untersuchungen beschreite ich einen neuen Weg, der, hauptsächlich in der Gruppierung der Daten, von der ziemlich überlebten Schablone abweicht.[1])

Es ist allgemein bekannt, daß die moderne systematische Wissenschaft verwandtschaftliche Beziehungen aufzuweisen bestrebt ist, und zwar — außer exomorphen Ähnlichkeiten, resp. Unterschieden — hauptsächlich durch Vergleich der Charakterzüge derjenigen physiologisch-anatomischen Systeme, welche sich in der inneren Struktur der Pflanze offenbaren, — folglich mit Anwendung solcher Untersuchungsmethoden, welche den bloßen Pflanzenbeschreibungen Linnéischer Art (Diagnosen) selbstverständlich weit überlegen sind.

---

1) In dieser Hinsicht verweise ich auf das als Extrait du Monde des Plantes 1898 sub tit. L'Espèce Végétale en Classification Naturelle erschienene Essay meines französischen Freundes Paul Parmentier. Er ist vielleicht der einzige Botaniker unter den Franzosen, welcher das gründlichste Verständnis für Vesques Klassizität hatte, und ich werde jenen Augenblick nie vergessen, der ihn damals in Besançon zu Tränen rührte, als er in meiner Person jenen Botaniker aus Ungarn auf das herzlichste empfing (18. VII. 1900), der — in illo tempore (1892) — aus München nur deshalb nach Paris ging, um seine Studien an der Seite Julien Vesques fortsetzen zu können.

Den tiefgreifenden Gedankengang der cit. Abhandlung von Parmentier haben die seither verflossenen achtzehn Jahre nur gereift, und heute kann sich kaum ein modern denkender Botaniker finden, der im Grunde die folgende Konklusion der cit. Abhandlung nicht billigen würde:

1. *Espèces primaires ou réelles.*
(Déterminées à l'aide des caractères morphologiques et anatomiques)

2. Espèces morpholgiques.	2. La plupart des espèces des floristes
3. Sousespèces morphologiques.	3. Sousespèces proprement dites.
4. Races.	4. Races.
5. Variétés.	5. Variétés.
6. Variations.	6. Variations.

In den nachfolgenden Erörterungen bin ich bestrebt, den an die Espèces primaires (ou réelles) geknüpften Anforderungen gerecht zu werden — obwohl die Richtigkeit Parmentiers einleitender Worte bis heute besteht: „Les botanistes sont très loin d'être d'accord sur la définition de l'espèce."

Insbesondere hielt ich mir die folgenden einleitenden Zeilen der die Blattanatomie der Zweisamenlappigen in großen Zügen behandelnden Arbeit von CASIMIR DE CANDOLLE vor Augen: „La structure interne de la feuille offre une bien plus grande diversité, que celle de la tige et son étude mériterait certainement de fixer l'attention des anatomistes" (8. 427).

In der Tat besitzt der Pflanzenkörper kein anderes Organ, das außer der großen Mannigfaltigkeit der sich an die Gewebedifferenz knüpfenden Funktionen so sehr den tausenderlei Möglichkeiten im Kampfe ums Dasein ausgesetzt wäre, als das Blatt, in gesteigertem Maße jedoch das der immergrünen, zwischen den beiden Wendekreisen wachsenden Pflanzen (Plantae semper-virentes).

Demgemäß zeigt sich auch bei letzteren die Mannigfaltigkeit in der Struktur der Blätter im Vergleiche zum Stiele in unvergleichlich größerem Maßstabe, wobei ich mich auf ein sehr charakteristisches Beispiel im Bereich unseres Gegenstandes berufen kann.

Systematisch stehen die Rhizophoraceen weit entfernt von den Marcgraviaceen[1]); unter den isomorphen Marcgraviaceen existiert kein einziges Beispiel, in welchem die Sklereïden des Blattfleisches anders mit dem von SOLEREDER gegebenen Bilde von *Rh. conjugata* (22. Fig. 74A) morphologisch verglichen werden können,

1) Wenigstens in den herrschenden Pflanzensystemen. Durch das Vorkommen von großen Nebenblättern und reichlichem Nährgewebe im reifen Samen (letzteres auch bei den Halorrhagidaceen) und durch ihre einfach kollateralen Gefäßbündel weichen aber die Rhizophoraceen erheblich von den echten Myrtifloren ab und es ließe sich wohl rechtfertigen, sie mit den Caryocaraceen, Lecythidaceen (alle drei mit stets oder meist macropodem Embryum) und Cunoniaceen (inkl. Eucryphia) neben die Guttiferen, Ternstroemiaceen, Symplocaceen, Marcgraviaceen, Ebenaceen usw. zu den Guttalen zu stellen. Übrigens dürften auch die echten Myrtifloren dicht neben den Guttalen und den Celastraceen, die in vieler Hinsicht mit den Rhizophoraceen-Macarisieen übereinstimmen, aus ixonanthes-, brexia- und strasburgera-artigen Linaceen entstanden sein; vgl. darüber HALLIER 1912 erschienenes „Système phylétique", in welchem aber die Brexieen noch zu den Saxifragaceen (S. 214, Nr. 83) gerechnet werden (H. HALLIER in litt.).

als wie eben nur in Bezug auf ihre mechanische Bedeutung. Hingegen ist es unmöglich, in den von WARMING gezeichneten „Spikularzellen" aus der Zweigrinde von *Rhizophora Mangle* (22. Fig. 74B) die fast kongruente Wiederholung des ähnlichen Beispieles von *Norantea Eötvösorum* nicht zu erkennen (Taf. IV, Fig. 17). Dagegen ist auch die Abweichung zwischen den Sklereïden der Blätter, resp. des Stieles augenfällig, ebenso bei *Rhizophora* als bei *Norantea*. Die mechanische Bedeutung dieser Gebilde ist im Stiele gewiß geringer und die größere oder geringere Konformität der Sklereïden paßt sich auch demgemäß an.

Die *Rhizophora Mangle*, der die südamerikanischen Tropen charakterisierende Mangrovebaum, lebt mit den Noranteen in ein und derselben klimatischen Zone; die Rolle der in der inneren Organisation sich ausbildenden, für den Kampf ums Dasein wichtigen Sklereïden ist eine ähnliche und eine gewiße im Stiele sich offenbarende morphologische Konformität liefert einen treffenden Beweis für die identische mechanische Bedeutung.

Die in dem Satze DE CANDOLLES sich bergende Wahrheit führte mich während der Untersuchungen der isomorphen Marcgraviaceen ich möchte sagen zu einer unumstößlichen Feststellung namhafter phylogenetischer Zusammenhänge, und ich werde diese Erfahrungen, hauptsächlich um die Sklereïden gruppiert, in vollem Umfange auch bei der Charakterisierung meiner Marcgraviaceennovitäten benützen.

Ich bin der kaum ins Wanken zu bringenden Überzeugung, daß der Nachweis sogenannter phylogenetischer Zusammenhänge, ohne mikroskopische Untersuchung gewonnen, allein auf floristisch-organographischer Basis fußend, ein Kartenhaus ist, das bei der ersten vergleichend-anatomischen Analyse augenblicklich zusammensinken kann.

Seiner Zeit werde ich durch zahlreiche Ergebnisse meiner später zu publizierenden größeren Arbeit über die Marcgraviaceen die Richtigkeit dieser These in Bezug auf die Pflanzenwelt nachweisen, um all jenen, die noch immer im alten Geleise arbeiten, zu zeigen, daß ihre zahlreichen der Leichtigkeit der befolgten Untersuchungsmethode (Species-Systematik) zufolge rasch fertigen

„Monographieen" nur einem zum Bestimmen der Pflanzen geeigneten praktischen Zwecke mit kleinerem oder größerem Nutzen, hingegen der Phylogenie als einer fundamentalen Hilfswissenschaft der zeitgemäßen Systematik nur durch zweifelhafte Resultate zu dienen vermögen. Der letzterwähnte Weg ist kürzer und kann umfangreiche Bände füllende Resultate liefern, bei uns in Ungarn unter dem Titel: „Erforschung einheimischer Natur- (d. h. floristischer und faunistischer) Verhältnisse". Der erstere Weg ist länger und viel mühevoller, doch vom Standpunkte der allgemeinen Wissenschaft um vieles gründlicher, was — ich verstehe darunter die vergleichend-mikroskopische Erforschung aller Glieder der Pflanzenwelt ohne Ausnahme — bei Ergründung der phylogenetischen Zusammenhänge überhaupt nicht zu umgehen ist, zur Vermeidung der Gefahr einseitiger, weil ausschließlich aus morphologischen Untersuchungen gewonnener Schlüsse.[1])

Die Reihe der folgenden Kapitel beginne ich mit *Norantea Eötvösorum* und wähle gerade sie als das geeignetste Beispiel zur lehrreichen Rechtfertigung der oben aufgestellten These, indem ich zugleich mein Untersuchungsverfahren schildere, von

1) Mit meinen in den Bänden XXIX, XXX und XXXI des „Math. és Természettud. Értesitö", ebenso in den Bänden XXX und XXXI der „Mathem. und naturwissensch. Berichte aus Ungarn" erschienenen phylogenetischen *Schizaea*-Mitteilungen war ich bestrebt, hierfür aus der Gruppe der Gefäßkryptogamen ein Beispiel zu liefern, mit den gegenwärtigen Abhandlungen eines aus derjenigen der Phanerogamen.

Bei Untersuchung der sogenannten Zellkryptogamen ist der Gebrauch des Mikroskops selbstverständlich und wir begreifen es heute sehr gut, wenn Linné, wie Beckmann in seinen „Schwedischen Reiseberichten" schreibt, „nicht besonders gerne von den Kryptogamen spricht". Seither änderte sich der Weltenlauf und der moderne Systematiker kann heute auch bei Untersuchungen der höher organisierten Pflanzen, wie auch in der Pflanzengeographie, das Mikroskop nicht umgehen, wofür ich als klassisches Beispiel Schimpers „Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage" anführen kann.

Ohne dasselbe sind jene systematischen Arbeiten alter Manier nur „Kataloge", im wissenschaftlichen Forschungsgebiet gewisse „erste grundlegende Schritte", deren Nutzen ja durchaus nicht abzuleugnen ist. Ich dringe einzig darauf, daß auch diejenigen, die zu Besserem berufen sind, die Talentierten, sich den weiteren Fortschritten auf diesem Gebiete nicht fremd gegenüberstellen.

welchem ich denke, daß es, hauptsächlich bei entwicklungsmechanischen und vergleichend-anatomischen Untersuchungen der Sklereïden führenden Blätter, auch von Anderen befolgt werden sollte — da sonst falsche Bilder entstehen und die daraus gezogenen Schlüsse ipso facto unrichtige sind.

Der der Blattspreite entnommene und zur vergleichend-anatomischen Untersuchung geeignete Querschnitt der neuen *Norantea* von RUIZ aus der Gegend von Vitoc verrät sofort (Taf. I, Fig. 1 *x—x*, *i—i*), daß sie sogar anatomisch in keinerlei näherer Beziehung zur PAVONschen „Marcgravia macrocarpa" des BOISSIER-Herbariums, also zur *Norantea macroscypha*, steht (Taf. I, Fig. 7 b, Fig. 8 *x—x*, *i—i*).

Gelegentlich meiner sich möglichst auf sämtliche isomorphen Glieder der Marcgraviaceen erstreckenden sehr eingehenden anatomischen Untersuchungen machte ich die Erfahrung, daß sich, von der Struktur der ± mit Sklereïden versehenen Blätter, hauptsächlich in betreff der etwaigen mechanischen Rolle der Sklereïden, ein richtiger Begriff nur dadurch gewinnen läßt, wenn die für die mikroskopischen Untersuchungen bestimmten Schnitte nach zwei Richtungen hin ausgeführt werden.[1])

Die eine Schnittrichtung kreuzt und zwar unter 90° die Hauptnerven in der Weise, wie ich dies in Taf. I, Fig. 1 *x—x* bezeichne. Die zweite Richtung des Schnittes ist gerade entgegengesetzt, d. h. mit dem Hauptnerv parallel, was in Taf. I, Fig. 1

1) Da mir für meine Untersuchungen nur das geringe, doch um so wertvollere, in Alkohol aufbewahrte Material zur Verfügung stand, welches mir die löbl. Direktion des Berliner botanischen Museums nach Wien sandte, war ich hauptsächlich auf das Herbarmaterial von Budapest (Ung. Nationalmuseum), Wien (k. u. k. Hofmuseum), Berlin (kgl. Botan. Museum), Chambésy (BOISSIER-BARBEY) und Utrecht (Universität) angewiesen.

Ich machte die Erfahrung, daß entsprechende Stückchen oftmals über 100 Jahre alter Blätter in einem Gemisch von Wasser und Glycerin von 4 : 1 etwa 10—15 Minuten aufgekocht doch noch gut verwendbare Schnitte für histiologische Untersuchungen liefern. Für Mikrotomschnitte hingegen scheint eine vorangehende Behandlung des Untersuchungsmateriales mit Lactophenol zweckdienlicher zu sein, welches Verfahren mich die freundliche Zuvorkommenheit meines Wiener Fachgenossen Herrn HANS NEUMAYER im Laboratorium des Herrn Hofrates Prof. v. WETTSTEIN lehrte.

mit *i—i* bezeichnet ist; beispielsweise im Falle von Librosklereïden bieten nur Schnitte dieser Richtung (Tab. I, Fig. 8 *i—i*) ein zusammenfassendes Bild über die Gesamtheit der Sklereïden. Hinsichtlich anderer Sklereïden jedoch kann die Schnittrichtung (ob *i—i* oder *x—x*) gleichgültig sein, nachdem wir uns davon überzeugen konnten, daß das Blatt in seiner Struktur nach jeder Richtung hin ± homogen ist. Es ist indessen klar, daß wir zwecks Feststellung der Gleichförmigkeit des Blattgewebes uns doch zunächst dieser beiden Schnittrichtungen bedienen müssen.

Zur Bekräftigung meiner in dieser Hinsicht gewonnenen Erfahrungen mag ein dem Blattrande entnommener Schnitt dienen, dessen Schnittflächen wiederum den Seitenrand des Blattes stets unter 90° treffen (Taf. I, Fig. 1 *a—b*). Strikte zeigen nur Schnitte der bezeichneten Richtung die Gewebestruktur des Blattrandes richtig, worauf umso mehr geachtet werden muß, da sich anders die sogenannten Deformationsbilder der Zellen, ja sogar der Sklereïden kaum vermeiden lassen.

Eben deshalb, weil ich hinsichtlich der Sklereïden der auch biologisch überaus interessanten Marcgraviaceen solch eingehenden Studien oblag, deren annäherndes Vorbild in der ganzen Literatur höchstens die *Eucalyptus*-Studie Briosis darstellt (**17**), kann ich wohl in sehr bestimmter Weise meiner Meinung darüber Ausdruck geben, daß das, was wir beispielsweise über die Sklereïden der Blätter wissen, eine im höchsten Maße mangelhafte, in der Tat elementare Kenntnis und zufolge des ohne Kritik befolgten Untersuchungsverfahrens überaus schwankend ist.

In der Literatur finde ich kein einziges Beispiel, das ein genaues Bild der Blattsklereïden, noch weniger eine eingehende Erklärung derselben liefern würde. Das sich unter diesem Titel darbietende Untersuchungsfeld ist ich möchte sagen unabsehbar groß.

Was die Achsensklereïden der ± lianenartigen Marcgraviaceen betrifft, will ich mich nur auf die Mitteilung einiger hauptsächlichen Daten beschränken, teilweise aus dem Grunde, weil ich in dieser Hinsicht reichliches, vor allen Dingen jedoch lebendes Untersuchungsmaterial benötigen würde, entgegen dem große Schonung beanspruchenden, geringfügigen Herbarmaterial. Unsere

Forscher indessen werden hauptsächlich mangels einer südamerikanischen biologischen Station (Blumenau!) in absehbaren Zeiten größtenteils auf letztgenanntes Material angewiesen sein und bleiben. Die pflichtschuldige Schonung des Materiales führte zu einer Untersuchungsmethode, die ich, der Aufmunterung des großen Groninger Meisters, J. W. MOLL, Folge leistend[1]), für billig erachte, kurz zu berühren.

Ich bemerke voraus, daß wir eine Untersuchung der Sklereïden des lianenartigen (bald kriechenden, bald kletternden: „Frutices radicanti-repentes, scandentes vel epiphytici" **9.** 215—16) Stammes zweckmäßig nicht so sehr in den gebräuchlichen (Quer-, Tangential- und Radial-) Schnittrichtungen, als vielmehr durch eine gewisse vorsichtige Anwendung der SCHULZEschen Mischung durchzuführen vermögen.

In den Beschreibungen WITTMACKS erregte der Ausdruck „epidermide ramorum saepius subsoluta" (**9.** 215—16) meine Aufmerksamkeit, auf Grund dessen ich häufig minimal kleine, durchschnittlich 3 mm lange Stückchen der Achse in beiläufig 0.5 cm^3 Salpetersäure legte, welcher ich 3—4 Körnchen chlorsaures Kalium beifügte. All das wird in der Eprouvette vorsichtig aufgekocht, da es leicht vorkommt, daß das zu untersuchende Material dem freien Auge spurlos entschwindet. Es ist nun Sache der Praxis, jenen Augenblick wahrzunehmen, in welchem sich — z. B. im Falle der *N. macroscypha* — von den zylindrischen Achsenstückchen, gleichsam als Mantel, die auch anatomisch für *N. macroscypha* sehr charakteristischen Teile jeder separat für sich loslösen und zwar 1. die Epidermis, unter welcher nur die „Abdrücke" der Sklereïden wahrzunehmen sind, 2. der Rindenteil vom Holzkörper, wobei ersterer das topographische Bild der Sklereïden unverändert aufweist. Interessant ist es, daß im Falle der *N. Eötvösorum* die beiden obengenannten Schichten beisammen bleiben, ohne daß

1) „Viele Autoren," sagt MOLL („Die Fortschritte der mikroskopischen Technik seit 1870", Progr. rei Botanicae, Bd. II, Heft 2, p. 290), „versäumen es über die zu ihren Untersuchungen benutzten Methoden etwas mitzuteilen, oder auch sie teilen darüber nur so wenig mit, daß eine Wiederholung und eine nähere Prüfung ihrer Resultate nach ihrer eigenen Methode unmöglich oder sehr schwierig ist" usw.

hierdurch das unter dem Mikroskop sich zeigende Bild hinsichtlich der Anordnung der Sklereïden alteriert wird, was in der spezifisch verschiedenen anatomischen Struktur der Epidermis beider Noranteen seine Erklärung findet.

Bereits die Topographie der Sklereïden der Achse dieser beiden Noranteen überzeugte mich davon, daß ein eingehendes Studium derselben vom Gesichtspunkte der Zug- und Biegungsfestigkeit auch experimentell zu entsprechenden Resultaten führen würde.

Hingegen beobachtete ich, daß zwischen den Sklereïden des Blattes und der Achse eine gewisse Korrelation besteht, worauf ich in der Besprechung der genannten Noranteen zurückkommen werde.

Dem Physiolog-Anatomen und dem sich die entwicklungsmechanischen Lehren vor Augen haltenden Systematiker eröffnet allein dieses Forschungsgebiet eine mächtige Perspektive, in dessen Dienst sich — da es sich doch dabei um den Ausbau eines neuen Gedankens handelt — eine wissenschaftliche Schule stellen könnte.

Wenn wir berücksichtigen, daß in der grundlegenden Abhandlung JUELS (**14**) der einzige behandelte Vertreter der isomorphen Marcgraviaceen *Norantea brasiliensis* ist und das eigentliche anatomische Material seiner wie meiner früheren Marcgraviaceen-Studie (**24**) sich um die dimorphen Marcgraviaceen gruppiert, so bedeuten demnach meine folgenden Erörterungen eine bedeutende Vermehrung der vergleichend-anatomischen Kenntnis der isomorphen Marcgraviaceen.

M.T. AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

I.

Norantea Eötvösorum[1]) Al. Richt.

und ihr Verhältnis zu *Norantea macroscypha* Gilg.

Mit Taf. I—V.

Der Berliner Botaniker Prof. Dr. Gilg betont in der seiner Beschreibung der *Norantea macroscypha* (H_1, H_2)[2]) angefügten Bemerkung, daß die *Norantea*-Art, welche im Herbarium des Berliner Botanischen Museums unter dem Namen „Marcgravia pentapetala (H_1, in Peruvia ad Chacahuai: Ruiz l. 1787)" vorliegt, ebenfalls aus Peru, doch von Pavon sich auch im Boissier-Barbeyschen Herbarium (Chambésy) vorfindet, jedoch unter dem Namen „Marcgravia macrocarpa" (H_2, **21.** 32).

Beide konnte ich im Originale untersuchen und feststellen, daß sie sich auch in anatomischer Hinsicht voneinander nicht unterscheiden.

Umsomehr war ich überrascht, unter den Marcgraviaceen der zweiten Berliner Sendung ein echtes, sehr gut erhaltenes und 121-jähriges Exemplar von Ruiz zu finden, ebenfalls unter dem Namen „Marcgravia macrocarpa", doch aus einer anderen Gegend Perus herrührend („in Peruvia ad Vitoc"), datiert aus dem Jahre 1794 sub Nr. 56 (H_3), welches sofort durch den abweichenden Zuschnitt seiner Blätter auf den ersten Blick verrät (Taf. I, Fig. 1 *a—b*), daß die aus der Gegend Vitoc stammende Ruizsche „Marcgravia macrocarpa" von der Pavonschen (Taf. I, Fig. 7 b), folglich auch von der mit letzterer übereinstimmenden „Marcgravia pentapetala Ruiz" vollständig verschieden ist (in Herb. Mus. botan. Berolin. = HB; Taf. I, Fig. 7 a). Im Endresultate ist sie somit keine *Norantea macroscypha* Gilg (**21.** 31).

---

1) Eötvös, ein altungarischer Familienname, ist phonetisch ins Deutsche übertragen „Ötwösch" auszusprechen.

2) Die Herbarexemplare, auf denen meine mikroskopischen Untersuchungen basieren, sind in dem Kapitel VI sub H_1—H_2 usw. — welche Bezeichnung zugleich derjenigen des Textes entspricht — angeführt.

Es handelt sich hier um ein altes Belegexemplar der sogenannten klassischen Zeiten, für dessen Beurteilung nachstehender Passus des 1831 in London erschienenen großen Werkes G. Dons Bd. I (**1.** 625) ausschlaggebend ist, der die Beschreibung der „Norantea macrocarpa" folgendermaßen gibt:

> „11. N. macrocarpa; leaves obovate-oblong, mucronate, on short petioles; flowers corymbose, terminal; pedicels long; petals reflexed; fruit large. ♄. S. Native of Peru.
> Marcgravia macrocarpa Ruiz et Pav. Fl. per. 5. t. 436.
> Large-fruited Norantea. Shrub."

So taucht denn von Neuem eine Ruiz-Pavonsche Marcgraviacee unter den Namen „Norantea (Marcgravia) macrocarpa" auf, worüber Gilg der Meinung ist, daß sie, im Vereine mit der von G. Don tatsächlich in mangelhafter Kürze beschriebenen „Norantea obovata G. Don" (**1.** 625), nichts anderes als ein Synonym von *Norantea macroscypha* Gilg sei (**21.** 32).

Maßgebend für die Entscheidung dieser Frage wären, die Linnéische Knappheit der Diagnosen jener Zeiten in Betracht gezogen, Dons Zitate aus den Werken Ruiz' und Pavons.

Betreffs des 1798—1802 erschienenen, vier Bände starken, mit Taf. 1—425 in Fol. ausgestatteten, selten großen Werkes von Ruiz et Pavon „Flora Peruviana et Chilensis" hingegen schreibt Junk, gegenwärtig der maßgebende naturhistorische Bibliograph:

> „Un des plus rares livres de la litérature floristique. Surtout le 4. volume qui n'existe qu'en très-peu d'exemplaires est devenu introuvable. Pritzel: Editio eximii operis post III. tomum interrupta neque iterum suscepta est. In uno (!) Delessertiano exemplo adduntur 100 tabulae tomi IV. ineditae, sign. 326—425; titulus cum indice manu scriptus est." (**34.** 229.)

In der Kaiserl. Hofbibliothek zu Wien sind nur die Bände I—III vorhanden, und die Serie ist wie aus obigem Zitat und Pritzels Thesaur. Lit. Botan. hervorgeht, mit Band IV unterbrochen.

Daß sich G. Don trotzdem auf Taf. 436 des V. Bandes beruft, läßt sich damit erklären, daß er den V. Band vielleicht in Handschrift und die Originaltafeln, die vielleicht in London-Kew auch jetzt vorhanden sind, unausgegeben sah.

Wenigstens spricht dafür die in Jacksons Kew-Index, Fasc. III, Seite 317 vorkommende „N. macrocarpa G. Don l. c.", die er l. c.

wie auch WITTMACK (**9.** 221), mit *Marcgravia rectiflora* TRIANA et PLANCHON — einer der bestbekannten Arten der Marcgraviaceen — vereinigt.

JACKSON, einer der gelehrten Beamten des Kew-Herbariums, beehrte mich oft persönlich in Kew und zuletzt in London als Sekretär der „Linnean Society". Als solchem standen ihm bibliographische Quellen zur Verfügung, wie sonst vielleicht keinem anderen Sterblichen auf Erden. Trotz vieler anderer im Kew-Index enthaltener Irrtümer bin ich der Meinung — da wir im vorliegenden Falle keine anderen Anhaltspunkte haben —, daß die Vereinigung der G. DONschen „Norantea (Marcgravia) macrocarpa" mit *Marcgravia rectiflora* schon mit Rücksicht auf die gewissenhafte Arbeit WITTMACKS (**9.** 221) als sicherer Ausgangspunkt gelten kann.

Es ist nun aber bekannt, daß unter den Gattungen der Marcgraviaceen *Marcgravia* diejenige ist, bei welcher die Ortho- und Plagiotropie der Triebe zugleich mit Heterophyllie verbunden ist (Taf. IV, Fig. 21 a—b).[1]) Dagegen sind die Blätter der übrigen Marcgraviaceen-Gattungen (*Ruyschia*, *Souroubea*, *Norantea*) ausnahmslos isomorph.

Der Isomorphismus der Blätter kennzeichnet auch die aus Peru-Vitoc stammende RUIZsche „Marcgravia macrocarpa", von welcher sich übrigens rasch und leicht feststellen läßt, daß außer den verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattungen (affinitas generum) sie nichts mit *Marcgravia rectiflora* verbindet. Der sich in den Blättern der sterilen (plagiotropen) und fertilen (orthotropen) Zweige zeigende Dimorphismus (Taf. IV, Fig. 21 a—b) kann, was diejenigen der fertilen (blühenden) Zweige (Fig. cit. 21 a) anlangt, nicht verwirren, denn diese weichen sowohl hinsichtlich der Größe als auch in der Form von denen unserer *Norantea* vollständig ab (Taf. I, Fig. 1 a—b).

Für meine weiteren Erörterungen kann also allein die dem BOISSIERschen Herbarium entstammende „Marcgravia macrocarpa" in Betracht gezogen werden und soll — außer ihren durchgreifenden,

1) „. . . folia dimorpha in genere unico (*Marcgravia*)." WITTMACK: **9.** 215—16. AL. RICHTER: **24.** 28.

spezifischen morphologischen Abweichungen (Taf. I, Fig. 7b) — hauptsächlich dafür zeugen, daß uns ein zu mikroskopischen Untersuchungen geeigneter Ausschnitt von Blattstückchen für sich allein rasch darüber Klarheit verschaffen kann, ob wir es mit einer Marcgraviacee mit Librosklereïden[1]) zu tun haben oder mit einer, die zwar mit Sklereïden versehen ist, doch mit solchen von anderem Bau — oder mit einer, die überhaupt keine besitzt, sondern sich strukturell in allen Richtungen gleichmäßig verhält, d. h. „strukturell neutral" ist.

Nehmen wir an, *co—md* in Fig. 8, Taf I sei die Hauptader des Blattes (costa mediana), aus welcher die mit 1 bezeichnete primäre Ader (nervus primarius) entspringt, so entspricht der mit *i—i*, *x—x* bezeichnete Ausschnitt den auf Taf. I, Fig. 1a ähnlich bezeichneten Stückchen resp. Schnittrichtungen. Würden nun die Blattstückchen in der angegebenen Richtung mit einem Messer oder einer Schere von gewöhnlicher Schärfe ausgeschnitten, so können wir bei den „Librosklereïden führenden Marcgraviaceen" stets beobachten, daß die die primäre Nervatur quertreffende Schnittfläche gewimpert (ciliatus) ist, infolge der aus dem Blattfleische herausragenden Sklereïden-Ausläufer (Taf. I, Fig. 8*x—x*), hingegen glatt bei denjenigen Marcgraviaceen, welche hinsicht-

1) Analog dem Worte Astrosklereïd (**15.** 302) neu geschaffener Fachausdruck (liber = Bast, σκληρός = hart, Sclereïd: **15.** 300), zur Bezeichnung solcher, in ihrer Gestalt vollkommen von den Astro (ἄστρον = astrum = Stern) -Sklereïden abweichender Sklereïden, deren bastfaserartige und in der Regel sehr lange Ausläufer, eventuell als Arme eines brachysklereïdartigen Zentralkörpers, nur in einer Richtung laufen (Taf. II, Fig. 9*lsk*; Taf. IV, Fig. 20*lsk*. Die Ausläufer der Astro (Stern)-Sklereïden sind durchschnittlich bedeutend kürzer, folglich massiger und in verschiedenen Richtungen verlaufend (Taf. II, Fig. 12*ask*), gewöhnlich mit einem auf ein typisches Brachysklereïd (**15.** 301) zurückführbaren Zentralkörper (Taf. III, Fig. 13*br*). Wenn die sich nach allen Richtungen ausstreckenden Arme eines solchen Astrosklereïds bastfaserartig lang sind, ja sogar ± unduliert, haben wir es genauer genommen mit Ophiurasklereïden zu tun und ich mache einen Unterschied zwischen diesen beiden. Natürlich gibt es unter allen diesen viele Übergangsformen, deren Klarstellung in ihren gegenseitigen Beziehungen gleichzeitig nennenswerte phylogenetische Ergebnisse zu zeitigen vermag.

lich der Sklereïden — wie oben erörtert — „strukturell neutral" sind (Taf. I, Fig. 1a, *x—x*).

Die Schnittfläche (im gewöhnlichen Sinne des Wortes) ist stets glatt in der Richtungslinie *i—i* der Fig. cit., welche mit den primären Nerven parallel läuft, selbst beim Vorhandensein von „Libroskleréiden" (Taf. I, Fig. 8 *i—i*), weil die in der Regel langgestreckten Ausläufer der Sklereïden der Richtung der primären Nervatur folgen.

Diesen kommt in den durchweg „fiedernervigen" Blättern (folia . . . penninervia WITTM. 9. 215—16) der Marcgraviaceen eine schon an sich wesentliche, selbstverständliche mechanische Bedeutung zu.

In Verbindung hiermit steht die lederartige Dicke des Blattes (fol. coriacea). Ist dagegen das Blatt „dünnfleischig" (fol. papyracea vel membranacea), so kann die Blattspreite noch so groß sein, das Fehlen der Libroskleréiden verrät bereits der Blattausschnitt selbst. Ein charakteristisches Beispiel für letzteren Fall ist das Material der das II. Kapitel dieser Abhandlung bildenden *Souroubea exauriculata* (Taf. VI, Fig. 31), für ersteren hingegen die *Norantea macroscypha* (Taf. I, Fig. 7).

All dies wird freilich gelegentlich der mikroskopisch-anatomischen Untersuchung der Schnitte in genannter Richtung noch augenfälliger.

Da ich die eingehende Erörterung dieser Frage meiner oben erwähnten größeren Arbeit vorbehalten muß, stelle ich hier nur im Rahmen der jetzt gebotenen Grenzen die mikroskopischen Bilder der Sklereïden in den zwei Schnittrichtungen einander gegenüber, gleichsam als Illustration jener Worte, mit denen ich in der Einleitung die Untersuchungsmethode hinsichtlich der Sklereïden betonte (Taf. I, Fig. 1a, 7, 8). Ich lasse alle sonstigen anatomischen Erörterungen bei Seite, so auch die Besprechung des spezifisch charakterisierenden und dominierenden Auftretens der Styloïden, welches schon für sich allein für eine anatomische Berechtigung der spezifischen Sonderstellung der beiden in Rede stehenden, grundaus verschiedenen „Marcgravia macrocarpa" genügen würde (Taf. II, Fig. 9*sd*, *lsk*; Fig. 10*r*).

Taf. IV, Fig. 19 bringt uns das mikroskopische Bild des Taf. I, Fig. 8 in der Richtung *x—x* genommenen Querschnittes von *N. macroscypha* vor Augen, an welchem sofort auffällt, daß er von keiner einzigen Sklereïde ein vollständiges Bild zeigt.

Bereits unter den mit weniger dicker Cuticula bedeckten und der Schleimzellen entbehrenden oberen Epidermiszellen erscheinen die Querschnitte der einander der Reihe nach folgenden Sklereïden, die nichts anderes sind als Querschnitte von die Epidermis stützenden Rhizo-Sklereïden[1])-Ausläufern (Taf. IV, Fig. 19*ek*; Fig. 20*skt*). Die palissadenständigen Sklereïden sind eben mehr in ihrem Zentral(Stabzellen)-Körper zu sehen, als in ihrer vollkommenen Gestalt, und die überwiegende Zahl der Sklereïden treten nur in Querschnittsbildern unter der Palissadenschicht, in dem aerenchymatisch lockeren Schwammparenchym und in auffallender Menge in der unteren Zone desselben hervor (Taf. IV, Fig. 19*sp—lsk—lsk*).

In den mit der primären Nervatur parallel laufenden Schnitten

---

1) Aus der Zusammensetzung ῥίζα = Wurzel + Sklereïd (**15.** 30), hauptsächlich zur näheren Bezeichnung jener Sklereïden der Palissadenschichten, deren stets palissadenständiger und meist auf ein Makrosklereïd (**15.** 301) zurückführbarer Zentralkörper (Taf. II, Fig. 12 *msk*; Taf. III, Fig. 14*msk*) sozusagen „Wurzelausläufer" ± tief in das Schwammparenchym senkt. Diese Ausläufer können sehr kurz oder aber auch sehr lang sein. In ersterem Falle sind diese überhaupt kaum „wurzelnd", d. h. wir haben es mit einem phylogenetisch-charakteristischen Falle der sogenannten Palo-Sklereïden (palus = Pfahl, Taf. VII, Fig. 44*psk*; Taf. VIII, Fig. 51—52*psk—psk*, ferner pag. 111 etc.), folglich mit solchem palissadenständigen „Macrosklereïd" zu tun, welches wir auch als Mikrorhizo-Sklereïd bezeichnen können; durch solche wird beispielsweise *Ruyschia clusiaefolia* charakterisiert. In letzterem Falle können sich eventuell die bastfaserartig verlängerten Ausläufer der Rhizosklereïden — Makrorhizo-Sklereïden — mit den Librosklereïden des Schwammparenchyms zu sogenannten oberen Kabelbündeln im Schwammparenchym vereinigen (Taf. IV, Fig. 20*fk*), deren mechanische Bedeutung ebenso, wie diejenige des unteren Kabelbündels der Librosklereïden im Schwammparenchym (Taf. IV, Fig. 20*ak*), bereits aus dem mit den primären Nerven parallelen Verlauf hervorgeht. Hierfür liefern die Glieder der (*Norantea*) *peduncularis*-Gruppe sehr schöne Beispiele (*N macroscypha*, *N. albido-rosea*, *N. Uleana* und *N. peduncularis*).

Hiermit habe ich, im Anschlusse an die Anmerkung auf S. 85 sub 1 die Begriffe der bei Marcgraviaceen vorkommenden Sklereïden definiert.

wird in allen Schichten des Mesophylls das richtige Bild der Sklereïden enthüllt (Taf. I, Fig. 8 *i—i* = Taf. IV, Fig. 20).

Die auffallendste Erscheinung bildet, außer der die Epidermis unterspreizenden und ± ausgebreiteten Sohle der Makrosklereïden, jenes kabelartige Bündel, das sich größtenteils aus den bastfaserigen Ausläufern der Rhizosklereïden unterhalb der Palissadenschicht bildet. Dagegen besteht aus typischen Librosklereïden jenes Sklereïdenbündel, das sich gleichfalls kabelartig in der auf der Unterseite befindlichen Schicht des Schwammparenchyms hinzieht (Fig. cit. *fk—ak*).

Rechnen wir hierzu die kräftig entwickelten dem Leptom angelagerten Bastbündel (Taf. IV, Fig. 19 *bt*) der gefiederten Nervatur des Blattes (fol. penninerve), dann vermögen wir uns einen Begriff von jener mechanischen Konstruktion zu bilden, die in der beträchtlich großen und dickfleischigen Blattspreite von *Norantea macroscypha* im Interesse der sich insbesondere in der Richtung der primären Nervatur kundgebenden Elastizität zur Geltung kommt (Taf. I, Fig. 7).

Es kann vorkommen, daß das eine oder andere ihrer Rhizosklereïden eigentlich ein „Librosklereïd" ist und als solches von der Oberseite bis zur Unterseite läuft (Taf. IV, Fig. 20 *ei—lsk*). Diese *Norantea* gehört sonach in die Gruppe der durch das typische Auftreten von Librosklereïden gekennzeichneten Noranteen (*N. peduncularis, N. albido-rosea, N. Uleana*).

Anders verhält sich *Norantea Eötvösorum*.

Die aus der Gegend von Vitoc stammende sogenannte „Marcgravia macrocarpa" von Ruiz verrät beim Ausschneiden für anatomische Untersuchungen geeigneter Stückchen sofort (Taf. I, Fig. 1a *x—x, i—i, a—b*), daß sie selbst in anatomischer Hinsicht eigentlich in gar keiner Beziehung zur Pavonschen „Marcgravia macrocarpa" (resp. *Norantea macroscypha*) steht (Taf. I, Fig. 7b).

Die Ränder des Ausschnittes sind überall, selbst in der Richtung *x—x*, glatt (Taf. I, Fig. 1a). Hieraus läßt sich von vorneherein folgern, daß diese *Norantea* nicht zu der Librosklereïden besitzenden Gruppe gehört, auch stößt man in allen Schichten des Blattgewebes (Taf. III, Fig. 13, 15 *r—r*), ja auch noch in den Hautzellen — im Gegensatze zu den das Pavonsche Exemplar sofort charakte-

risierenden, bei *Norantea macroscypha* dominierenden Styloidenschläuchen (Taf. IV, Fig. 19*sd*; Taf. II, Fig. 9*sd*) — überall auf Raphidenschläuche (Taf. I, Fig. 5*r*; Taf. II, Fig. 10*r*). Das Vorkommen von Styloiden im Mesophyll von *N. Eötvösorum* ist überaus selten, wovon weiter unten noch die Rede sein wird.

Ein in der Tat markant hervortretendes anatomisches Merkmal ist es, daß in den mikroskopischen Bildern der die primäre Nervatur quertreffenden und der mit letzterer parallel laufenden Schnitte kein wesentlicher Unterschied besteht (Taf. III, Fig. 13; Taf. II, Fig. 12); nachdrücklich betonen muß ich, daß, während bei Schnitten, welche die primäre Nervatur von *N. macroscypha* quer treffen, Sklereïden nicht in ihrer Gesamtgestalt sichtbar werden (Taf. IV, Fig. 19), dies in den Blättern von *N. Eötvösorum* bei Schnitten in der bezeichneten Richtung eine häufige Erscheinung bildet (Taf. III, Fig. 13).

Das bifaziale Mesophyll von *N. Eötvösorum* wird von Epidermiszellen, ohne Schleimzellen, in geschlossener Schicht bedeckt (Taf. I, Fig. 4; Taf. II, Fig. 12; Taf. III, Fig. 13—15; Taf. V, Fig. 22—23 e_1—e_1).

In der massiven Schichte der Palissadenzellen folgen die palissadenständigen Sklereïden einander dicht, deren die Epidermis stützende Sohlenausläufer nach beiden Richtungen[1]) hin gleichmäßig entwickelt sind (Taf. II, Fig. 12*skt*; Taf. III, Fig. 13*skt*). Mit ihren durchschnittlich kürzeren Wurzelausläufern dringen sie ± tief in das Schwammparenchym und gehören zu jener Kategorie der palissadenständigen Sklereïden, die ich als typische Rhizosklereïden betrachte (Taf. V, Fig. 23*rsk*).

Wenn wir die in beiden Richtungen genommenen Schnitte, und zwar in mehreren hundert Schnitten, genauer vergleichen, dann kann sich uns ein Bild zeigen, das auf manche Differenzierung in den beiden Richtungen oder doch wenigstens auf die Tendenz zu einer solchen zu schließen erlaubt.

Der eine oder andere Ausläufer der Rhizosklereïden zieht

1) Ich verstehe darunter die Schnittrichtungen x—x und i—i Taf. I, Fig. 1a, was ich fernerhin kurz in obiger Weise oder mit „Richtung x“ und „Richtung i“ bezeichnen werde.

sich nämlich unter die Palissadenschicht, hier und da mit einem Astrosklereïden des Schwammparenchyms ähnlicher Richtung kombiniert, als ob er die Spuren der unterhalb der Palissaden vor sich gehenden Sklereïdenkabelbildung zeigen möchte (Taf. V, Fig. 22 *fk*).

Trotzdem haben wir es hier bei weitem nicht mit einem echten Kabelbündel von Sklereïden zu tun. Statt jeder weiteren Erörterung genügt ein Blick auf die der *N. macroscypha* entnommene Fig. 20 *fk* in Tafel IV und ein Vergleich dieser mit ebenderselben Zone von *N. Eötvösorum* Taf. V, Fig. 22 *fk*.

Ebenso wie in den Blättern des einen oder anderen Gliedes der librosklereïdenfreien *Norantea*-Gruppe (*N. magnifica*, hauptsächlich aber *N. sandiensis*), so läßt sich auch in denjenigen von *N. Eötvösorum* ein bogenartiges Zurückbiegen einiger Ausläufer der palissadenständigen Rhizosklereïden beobachten, worin sich wiederum die Tendenz zur Unterspreizung des Palissadengewebes kundgibt (Taf. II, Fig. 12 *skp*).

Diese Ausläufer sind häufig sich zwischen die Palissadenzellen drängende Hakenfortsätze, die in der Tat manche palissadenständigen Rhizosklereïden förmlich in Ankersklereïden verwandeln (Taf. II, Fig. 12 *skh*).

Die Neigung der Sklereïden, Stachelfortsätze zu bilden, offenbart sich an den an der Grenze des Palissaden- und Schwammparenchyms auftretenden Astrosklereïden. Siehe diesbezüglich das Astrosklereïd in Fig. 4, Taf. I mit den sich zwischen die Palissadenzellen drängenden drei Stachelfortsätzen (Fig. cit. tn_{1-3}), von welchen der eine ausgesprochen palissaden-unterspreizend ist (Fig. cit. tn_1).

Für die große Neigung der Sklereïden zur Bildung von Stachel- respektive Hakenfortsätzen bei der *N. Eötvösorum* spricht ferner, daß der obere Sohlenausläufer (Taf. II, Fig. 12 *skt*) sich nicht selten gleich einem Stachelfortsatz zwischen die Palissadenzellen hinabdrängt (Taf. I, Fig. 4 tn_4; Taf. III, Fig. 14 tn_4).

All diese Bildungen von Stachelfortsätzen erhöhen in erster Linie die radiale Festigkeit der Palissadenschicht; in tangentialer Richtung spielt die Unterspreizung der Palissaden eine größere Rolle, zu deren Dienste sich auch knapp unter der Palissaden-

schicht je ein Fortsatz der Rhizosklereïden und der unterhalb der Palissaden befindlichen Astrosklereïden verbinden können.

Die Arme der Astrosklereïden können sich im Schwammparenchym übrigens so ausdehnen und zwar erstens entweder nach allen Richtungen hin ± gleichförmig (Taf. II, Fig. 12 *ask*; Taf. V, Fig. 22 *ask*) oder zweitens tangential verflacht (Taf. III, Fig. 14 *ask*), daß sich der in gewissem Maße vorhandene „Ophiuracharakter" dieser Sklereïden kaum leugnen läßt.

Folglich treten in der Richtung der primären Nervatur der Blattspreite jene Astrosklereïden in Erscheinung, deren Ausläufer sich in der bezeichneten Richtung im Blattfleische ausdehnen (Taf. III, Fig. 14 *ask*). All dies kommt indessen in seiner mechanischen Bedeutung jenem oberen Sklereïdenkabel, das sich in so charakteristischer Weise unter der Palissadenschicht der Librosklereïden zeigenden Noranteen hinzieht, nicht nahe (Taf. IV, Fig. 20 *fk*).

Außer den typischen Formen der Sklereïden sind auch Zellen im Schwammparenchym vorhanden, die infolge der bald in größerem, bald in kleinerem Maße getüpfelten, resp. verdickten Wandungen von allen anderen Zellen des Schwammparenchyms lebhaft abstechen; dieselben fasse ich als Sklereïdnester auf (Taf. II, Fig. 12; Taf. III, Fig. 13, 14, 15; Taf. V. Fig. 22 *skn—skn*).

Das Vorkommen solcher Sklereïdnester ist in den Blättern der Marcgraviaceen eine sehr häufige Erscheinung und dieselben sind eher in phylogenetischer Hinsicht von größerer Bedeutung als in mechanischer Beziehung, insofern sie häufig die einzigen „mechanischen (Sklereïd-)Elemente" im ganzen Blattgewebe sind.

Wenn also außer Sklereïdnestern auch echte Sklereïden (Astro-, Ophiura-, Librosklereïden) im Schwammparenchym vorkommen oder überdies auch palissadenständige Sklereïden (Palo-, Rhizosklereïden), so bedeutet dies, daß wir es mit einer phylogenetisch auf jeden Fall hoch entwickelten *Norantea* zu tun haben.

Da die Richtung des dem Blattrande entnommenen Querschnittes (Taf. I, Fig. 1a *a—b*) eo ipso von den beiden anderen zur Untersuchung des Blattgewebes und seiner Sklereïden geeigneten Schnittrichtungen abweicht (Taf. I, Fig. 1a *x—x*, *i—i*), ist das Auftreten der Sklereïden im Blattrande auch zufolge der vom

Schnitte abweichenden Richtung lehrreich, insofern, als sich das allgemeine Bild der palissadenständigen Rhizosklereïden nicht ändert, auch nicht in betreff der epidermisunterspreizenden oder sich zwischen die Palissaden schiebenden Ausläufer, d. h. Stachelfortsätze (Taf. III, Fig. 15 *skt*, tn_1—tn_2). Es kommt vor, daß letztere über die Palissadenschicht hinausgreifend tief in das Schwammparenchym eindringen (Fig. cit. tn_1).

Eine Wiederholung des oben Gesagten finden wir auch bei den Astroklereïden des Blattrandes.

All dies spricht dafür, daß die Sklereïden in allen Richtungen des Blattgewebes durchschnittlich gleichmäßig ausgebildet sind.

Die in sicco gelbliche Kante des flachrandigen Blattes von *N. Eötvösorum* ist in ihrem mikroskopischen Bilde in mehrerer Hinsicht charakteristisch. Es zeigt sich, daß die mit starker Cuticula bedeckten Oberhautzellen der Oberseite in gleicher Form und gleicher Stärke der sie wellig bedeckenden Cuticula über die Blattkante hinaus auf die Blattunterseite in einer Länge von ca. 8—10 Zellen übergreifen, um dann von einem bestimmten Punkte der Unterseite des Blattrandes jene Reihe der Hautzellen entspringen zu lassen, welche mit einer für die Blattunterseite charakteristischen dünneren Cuticula bedeckt ist und auch aus relativ kleineren Zellen gebildet wird. Dies ist die anatomische Grundlage des harten Blattrandes.

Eine lebhafte Assimilationstätigkeit des Blattes offenbart sich dadurch, daß die kompakte Schicht der Palissaden bis zur äußersten Kante des Blattrandes reicht (Taf. III, Fig. 15 p_1—p), obwohl schon in Begleitung von der Blattkante an dominierenden Schwammparenchyms (Fig. cit. sp_1—sp), Sklereïdnestern und Öltropfen enthaltender Sekretzellen (Fig. cit. *skn*, *ol*). Die in allen Schichten des Blattgewebes nachweisbaren Raphidenschläuche sind auch im Blattrande vorhanden (Fig. cit. *r*). Neben diesen kommen Styloïden, welche im Vergleiche zu denen der *N. macroscypha* bedeutend dünner sind, nur sporadisch vor und können der Aufmerksamkeit des Beobachters leicht entgehen. Die bekanntlich ± quadratischen Querschnitte derselben vermag man in ihren Umrissen nur bei Anwendung der Immersion zu untersuchen, obwohl sie auch schon bei starken Trockensystemen

(Z. Orth. Oc. 6, Obj. DD) lebhaft hervortreten. Dabei zeigt sich, daß der Querschnitt dieser Krystallprismen nicht immer von quadratischer Gestalt ist und man neben ± verflachten Quadraten auch solche mit trapezoidschrägen Formen wahrnimmt, doch nur sporadisch. Bei den im Querschnitt quadratischen Krystallen fallen die schwärzlichen Trennungslinien auf, welche sie stets in vier kleinere Felder teilen. Die Erklärung derselben ist Aufgabe der optischen Krystallographie (Taf. II, Fig. 11 *sd*).

In der Flächenansicht der Blattunterseite bieten die Spaltöffnungen keine wesentlichen Orientierungen. Hierfür spricht auch der Taf. V in Fig. 25 gegebene Querschnitt, welcher der mit *a—b* bezeichneten Schnittrichtung des Blattrandes Taf. I, Fig. 1 a entnommen wurde und jenen Querschnittsbildern der Spaltöffnungen vollkommen entspricht, die beispielsweise nach Taf. III, Fig. 13 *s—s* bei entsprechender Vergrößerung ebenso sichtbar sind.

Die Struktur der Schließzellen deutet auf den sogenannten Marcgraviaceentypus hin. Dieselben befinden sich mit den mit einer dünnen Cuticula bedeckten Hautzellen genau auf gleichem Niveau, sich allein durch starke kutikulare Leisten unterscheidend, die sich naturgemäß zu der nach Bedarf notwendigen Regulierung der Transpiration eignen (Taf. V, Fig. 25 *cl*).

Die Flächenansicht der Blattunterseite läßt erkennen, daß die Zahl der „Nebenzellen" der Spaltöffnungen vier, zuweilen auch fünf beträgt, ohne daß sie indessen in ihrer Gestalt wesentlich von den übrigen Hautzellen abweichen (Taf. II, Fig. 10). Der Spaltöffnungsapparat ist in seinen unteren Umrissen ziemlich scharf begrenzt — ohne besondere Struktureigentümlichkeiten (Taf. II, Fig. 10 *s*) —, mag man die Untersuchung auch mit stärksten Trockensystemen vornehmen (Taf. V, Fig. 24), das Bild bleibt das gleiche und ändert sich selbst bei einer Untersuchung mit Z. Orthosk. Oc. 6. hom. Imm. $^1/_7$″ (Vergr. 835) nicht. Ziehen wir z. B. einen Vergleich mit dem im II. Teil dieser Studie dargestellten Bilde der Spaltöffnungen von *N. Lóczyi* (Taf. VIII, Fig. 56), so werden wir sofort davon überzeugt sein, daß die Spaltöffnungen von *N. Eötvösorum* trotz ihrer einfachen Struktur ihr eigenes Charakteristikon besitzen.

Die Flächenansichten der Hautzellen der Blattober- und -unter-

seite unterscheiden sich auch hinsichtlich der Größe der Zellen im Grunde nicht voneinander (Taf. I, Fig. 5 und Taf. II, Fig. 10), höchstens werden in den Hautzellen der Blattunterseite Raphiden etwas häufiger sichtbar. Die Cuticula derselben zeigt bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen ein System stark lichtbrechender Punkte an der Oberfläche, welche den grübchenartigen Vertiefungen der Cuticula entstammen (Taf. V, Fig. 24). Die Umrißlinien dieser Grübchen sind variabel, irgendwelche Regelmäßigkeit konnte ich auch bei den mir zur Verfügung stehenden allerstärksten Vergrößerungen nicht wahrnehmen (Z. Orth. Oc. 6. hom. Imm. $^1/_7$″).

Obzwar auf Grund der in der Einleitung entwickelten Ansicht der Schwerpunkt meiner Erörterungen stets auf das Blatt entfällt, so muß ich mich doch nach dem in der Einleitung Gesagten auch kurz mit den überaus lehrreichen Beispielen der Sklereïden in der Achse der lianenartigen Noranteen befassen.

Bereits das Querschneiden (oder Brechen) eines für das SCHULZEsche Gemisch geeigneten Achsenstückchens führt zu der Erfahrung, aus der ich oben ausführlich die Notwendigkeit der dem Blatt in den Richtungen *x* und *i* zu entnehmenden Schnitte ableitete. Bei *N. macroscypha* ragen die Librosklereïden dem freien Auge sichtbar heraus, doch nicht bei *N. Eötvösorum*. Ich halte es für wahrscheinlich, daß wir beispielsweise bei den sogenannten Bruchversuchen der frischen oder trockenen Stengel beiläufig ähnliche Erfahrungen erzielen, wie solche TSCHIRCH hinsichtlich gewisser Droguen, beispielsweise bezüglich Cortex Mezerei, erörtert, die bekanntlich, da ihre Bastfasern sehr lang sind, der Quere nach nicht bricht (**15.** 296). Es mögen nun die Sklereïden kurz oder lang sein, jedenfalls ist ihre Elastizität von Belang; dafür zeugt auch ihre vollkommene „Unempfindlichkeit“ gegenüber den für Lignin geeigneten Reagentien (Phloroglucin + Salzsäure, Anilin-Sulfat-H_2O-Lösung + Schwefelsäure).

Diese Elastizität wird, hauptsächlich in Bezug auf die Biegungsfestigkeit, durch die die *N. macroscypha* spezifisch charakterisierende Epidermis der Achse wesentlich erhöht, deren Stücke sich Tage hindurch im SCHULZEschen Gemische zusammenhängend erhalten, ein Zeichen dafür, daß der Zusammenhang der Zellen derselben, obwohl die Wände stark verdickt und mit Mittel-

lamellen versehen sind, ein sehr inniger ist. Die Flächenansicht des Netzes der polygonalen Zellen ist insofern der Beachtung wert, als gewisse Zonen der radial abgeflachten Zellen zugleich jene Streifung verursachen, die auch makroskopisch dem Stengel ein eigenartiges Aussehen verleiht und welche übrigens aus dem Abwechseln der einzelnen bald höher, bald tiefer stehenden Felder der durchschnittlich gleichgebauten Zellen entsteht (Taf. V, Fig. 28 e_1—e_1). Hiervon kann uns eine entsprechende Einstellung des Mikroskops überzeugen. Die Wandung dieser Zellen ist sowohl gegen Phloroglucin + Salzsäure, als auch gegen Anilinsulfat — H_2O-Lösung + Schwefelsäure gleichgültig. Chlorzinkjod hingegen erzeugt eher ein makroskopisch wahrnehmbares Braunwerden der Epidermisstückchen.

Bedeutend geräumiger, jedoch umso dünnwandiger sind die Epidermiszellen des Kletterstammes von *N. Eötvösorum* (Taf. V, Fig. 26), auch ist ihr Verhalten gegen obengenannte Reagentien ähnlich, aber ohne daß die Differenzen im Niveau einzelner Zellenkomplexe Zeichnungen, die denen von *N. macroscypha* vergleichbar wären, hervorbrächten. Sonstige Unterschiede existieren nicht.

Umso nennenswertere Verschiedenheiten zeigen sie in der Form der Sklereïden.

Vor allem überzeugen uns eingehende Untersuchungen davon, daß die im Stengel von *N. Eötvösorum* vorkommenden Sklereïden sehr mannigfaltig sind (Taf. I, Fig. 6*a*—*b*—*c*—*d*—*e*; Taf. IV, Fig. 17; Taf. V, Fig. 27*a*—*b*—*c*—*d*).

Es finden sich darunter solche, in denen die mechanische Tendenz mehr in der horizontalen Richtung der Achse zur Geltung kommt, wie z. B. in Fig. cit. 6*c* der horizontal steife Arm *g*, neben solchen mit gleichmäßiger Ausbildung sämtlicher Ausläufer, wie in Fig. 6*d*; hier sei bemerkt, daß ich mit O_1 den Scheitel-, mit O_2 den Basalpunkt des lianenartigen Stengels, mit *q*—*q* hingegen die Lotlinie zur organischen (O_1—O_2) Achsenrichtung bezeichne. Es gibt solche, deren Verhalten indifferent ist, ja sogar solche von bizarren Formen (Taf. V, Fig, 27*a*—*b*). Doch läßt sich im allgemeinen leicht feststellen, daß bei den Sklereïden der Achse teils der Librosklereïd-, teils der Astrosklereïdtypus zum Ausdrucke gelangt und zwar oft in unmittelbarer Nachbarschaft neben-

einander (Taf. I, Fig. 6*a—b*; Taf. V, Fig. 27*c—d*). Mit der Mannigfaltigkeit der Sklereïden hängen auch die gleichsam den Typus der Astro- und Librosklereïden in sich vereinigenden sogenannten Zwischenformen zusammen. Das Bild einer solchen Form zeigt Taf. I, Fig. 6*e*; hier ist das Gestrüpp der Ausläufer gegen den Basalpunkt der Achse ein Astrosklereïdtypus, der gegen den Scheitelpunkt hinaufdringende Ausläufer hingegen Librosklereïdtypus (wegen der Raumausnützung Fig. cit. umgekehrt!). Im Interesse der Festigkeit in der Längsrichtung der Achse gelangen offenbar teilweise oder ganz entwickelte H-förmige — in diesem Falle Zwerg-Librosklereïden — in erster Linie zur Geltung (Taf. IV, Fig. 17), in gesteigertem Maße die riesigen H-Librosklereïden in der Achse von *N. macroscypha*, welche hier ausschließlich das herrschende Element bilden und von denen ich ein Beispiel in Taf. IV, Fig. 18 vorführe, gleichsam als Maßstab der ähnlich gestalteten, doch um vieles kleineren (deshalb zwerghaften) H-Sklereïden von *N. Eötvösorum*, wobei aber das angeführte Beispiel, der durch die Tafel gegebenen Grenzen halber, noch nicht zu den längsten zählt.

Ein weiteres Eingehen in Einzelheiten wäre überflüssig. Den phylogenetisch-anatomischen Teil der in der Einleitung gestellten Aufgabe habe ich hiermit erschöpft.

Die morphologische Charakteristik fasse ich in gewohnter Weise in nachfolgender Diagnose zusammen:

Norantea Eötvösorum sp. n. („Marcgravi amacrocarpa" Ruiz Nr. 56, anno 1794 in Herb. Mus. botan. Berol. — non „Marcgravia macrocarpa" Pavon in Herb. Boissier-Barbey-Chambésy — neque *Norantea macroscypha* (Gilg **21.** 31—32).

Ramis teretibus, 4—5 mm crassis glabris, griseo cinerantibus, passim sordide subfuscatis, cortice non solubile vestitis, solidis. Folia alterna internodiis longiora breviter petiolata, petiolo crasso 4—5 mm longo glaberrimo; lamina usque 14 cm longa, 5 cm lata, ovato — oblonga vel versus basin inaequaliter cuneata vel in uno latere ± rotundata, versus apicem rotundata, angustata, vel subacuminata, in ipso apice obtusiuscula vel emarginata, in margine intergerima, coriacea, superne viridis vel obfuscata, opaca, inferne cinnamomeo-fuscescens opaca, costa crassiuscula subtus bene prominula, nervi primarii in pagina inferiore parum

conspicui, tenues, sub angulo acuto assurgentes, ante marginem arcuati, venis utrinque inconspicuis; glandulae hypophyllae subparallelo-seriatis, 0.4—0.7 mm latae, rotundae vel rotundatae, subannuliformes, lamine pallidiores, carneo-ochraceae (Tab. I, fig. 1 *a—b*). Racemus terminalis (in specimine unico viso: Tab. I, fig. 2) 14-florus densus, prophylla calycis approximata, omnino sepaloidea, late ovata ad apicem obtusata glaberrima, carnosula, bigibba, in margine integerrima; pedicelli crassi teretiusculi glaberrimi, 3 cm longi; nectaria in $^1/_3$ parte inferiore pedicelli inserta, petiolata (Tab. I, fig. 3*nc*), petiolo 4—5 mm longo crassocarnoso, sanguinea (?), anguste calceiformia, 12—14 mm longa, 4—5 mm lata (Tab. III, fig. 16); sepala orbicularia, integra et subscariosa, 7—10 mm in diametro (Tab. I, fig. 3*fl*), alabastra subglobosa (Tab. I, fig. 2*al*).

Nach den von WITTMACK in der Flora Brasiliensis mitgeteilten Angaben „De Geographia Marcgraviacearum“ (**9.** 257 bis 258) waren aus Peru insgesamt drei Noranteen bekannt. Diese geringe Artenzahl erhöhte sich hauptsächlich durch die in Peru fachgemäß und großartig durchgeführten botanischen Sammelexpeditionen WEBERBAUERS plötzlich auf zehn.

Es ist interessant, daß sich unter den größtenteils von GILG beschriebenen (**21. 31. 32.**) Novitäten zwei solche finden (und dies ist eine verhältnismäßig große Zahl), welche durch klassische Kollektionen längst vergangener Zeiten in die großen Sammlungen gerieten, unter anderen Namen, die der heutigen systematischen Auffassung nicht mehr entsprechen (Marcgravia pentapetala et macrocarpa RUIZ et PAVON a. 1787! = *Norantea macroscypha* GILG **21.** 31. — *Norantea anomala* WITTM. (non HBK) in Fl. Brasil. l. c. p. 240, quoad specim. SPRUCE n. 6020 a. 1857—59 = *Norantea microscypha* GILG **21.** 32). So barg denn außer den neuen Zeiten auch die Vergangenheit viele solcher Novitäten in sich, deren kritische Untersuchung außer den bedeutenden Daten der Pflanzengeographie auch unsere auf phylogenetischer Basis fußenden vergleichend-anatomischen Kenntnisse bedeutend erweitern würde.

In diese Reihe gehören die beiden verschiedenen Pflanzen von RUIZ und PAVON, die jede in einer anderen Sammlung, doch

unter dem gleichen Namen („Marcgravia macrocarpa“) seit 1787 resp. 1794, also 121 Jahre, versteckt waren.

Durch Einführung der letzteren in die Wissenschaft unter dem Namen *Norantea Eötvösorum* wünsche ich zwei ungarischen Geistesheroen ein Denkmal zu schaffen: Baron JOSEF v. EÖTVÖS[1]), für seinen philosophischen Roman „Der Karthäuser“ und seinem Sohne, ROLAND v. EÖTVÖS[2]) für seine klassischen „Untersuchungen über Gravitation und Erdmagnetismus mit Hilfe der Drehwage“[3]).

Norantea Eötvösorum stellt, ganz abgesehen von dieser Bekundung meines Dankes und meiner persönlichen Verehrung, in historischer und botanischer Hinsicht gleichmäßig ein schönes Beispiel der Marcgraviaceen dar.

1) EÖTVÖS, JOSEF, Baron von (1813—1871), einer der größten ungarischen Staatsmänner, war zugleich der eigentliche Begründer der ungarischen modernen Kulturpolitik. — Sein Hauptwerk „Der Karthäuser“ (Pest 1838 bis 1841, Bd. I—II, XI u. 635 S. 8°) erschien bereits in 8. Aufl. (A. Hartlebens Verlag, Wien).

2) Der jüngere EÖTVÖS, ROLAND (1848—1919), war auch, wie sein Vater, ungarischer Kultusminister, Präsident der Ungar. Akademie der Wissenschaften und wirkte als o. ö. Prof. d. Physik a. d. Universität zu Budapest seit Jahrzehnten; er war Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften.

3) In verschiedenen Bänden der Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Berichte aus Ungarn und anderen wissenschaftlichen Zeitschriften; man sehe auch: Étude sur les surfaces de niveau et la variation de la pesanteur et de la force magnétique. — Rapports présentés au Congrès internation. de Physique réuni à Paris en 1900. Tome III. — Ferner Verhandl. der XV. allgem. Konferenz der internation. Erdmessung in Budapest 1906.

II.

Norantea Lóczyi Al. Richt.

im Vergleich mit den *Ruyschia*-Arten, *Souroubea exauriculata* Delpino und *S. dasystachya* Gilg, ferner *Norantea gracilis* (Wittm.) Al. Richt.

Mit Taf. VI—VIII.

In der botanischen Abteilung des Ungarischen National-Museums befindet sich eine Margraviacee aus Guatemala, die in Coll. H. von Türckheim unter Nr. II. 1030 mit der Benennung *Norantea*? in den Verkehr gelangte und die bei Cubilquitz in einer Höhe von 350 m über dem Meeresspiegel angeblich auf *Lonchocarpus* „schmarotzend" im Juli 1904 gesammelt wurde (H_5). Auf der ursprünglichen Etikette der Pflanze befindet sich die Aufschrift „Ruyschia Mexicana Baill.", die, wie aus der von der ersteren abweichenden Schrift hervorgeht, wahrscheinlich auf Grund einer späteren, jedoch, wie ich gleich hier bemerke, unrichtigen Bestimmung hinzugefügt wurde.

Deshalb mag auch das „parasitische" Vorkommen auf *Lonchocarpus* so aufgefaßt werden, daß das Exemplar allerdings auf *Lonchocarpus* sich epiphytisch festklammernd gefunden wurde, wie ja doch die Margraviaceen im allgemeinen „Frutices radicanti-repentes vel epiphytici, rarius arborescentes" sind (**9.** 215—16). Der Epiphytismus dieser Pflanzen wurde von weniger fachkundigen Sammlern schon des öfteren als „Parasitismus" bezeichnet, natürlich ebenso irrig, wie die manchmal bis zu schwindeligen Höhen sich hinaufrankende *Norantea guianensis* z. B. auch von Aublet u. A. für einen „Riesenbaum" gehalten wurde, wobei als Stamm dieser Pflanze der Stamm des Wirtes (arbor) betrachtet wurde, an dem die Pflanze selbst in die Höhe klomm.[1])

1) Obs. II. Quamquam Aublet l. c. (Hist. des Plantes de la Guiane française I. 554, t. 210) *Noranteam Guianensem* arborem altissimam octoginta ped. et amplius elatam declarat, dubito quin ea arborem formet.

An dem als Untersuchungsmaterial vorliegenden Exemplar aus Guatemala, sowie an den durch mich untersuchten Marcgraviaceen finden sich bei keiner einzigen Art die geringsten Anzeichen von Parasitismus.

Die in den Gen. Plantarum BENTHAM-HOOKERS (**3.** I. 181), sowie in dem Kew-Index zu Tage tretende englisch-französische Auffassung (**2**)[1]), welche die einen zweifächerigen Fruchtknoten besitzende Gattung *Ruyschia* mit der einen fünffächerigen Fruchtknoten zeigenden *Souroubea* vereinigt, müssen wir nach der richtigeren, systematisch begründeten deutschen Auffassung (WITTMACK **9.** 240, 250; ENGLER-PRANTL **18.** 162 usw.) fallen lassen, d. h. wir müssen uns

---

Cl. RICHARD in herbario tantum fruticem altissimas arbores scandentem, superne ipsos flores proferentem vocat; cl. SPRUCE ad n. 1885 in speciminibus herb. Kew. adnotat: „In silvis ultra inundationum fines frequens ad vias; arbor 80 pedibus elata; Indiani eam non parasiticam esse declarant, propter truncos alienos plantasque scandentes perturbatus, autem id erruere non potui" (**9.** 242).

WITTMACK gibt in dieser Fußnote eine treffliche Bemerkung über die botanische Intelligenz der Indianer, denen wir unter anderem auch in Gestalt der *Schizaea pacificans* MARTIUS ein wundervolles Unicum der Schizaeaceen verdanken (PRANTL: Morphol. d. Gefäßkryptog. Heft II, 1881, p. 141); ein zweites Exemplar konnte seither nicht beigebracht werden. Außer der in PRANTL l. c. cit. Bemerkung von MARTIUS besitzen wir auch noch sehr viele anderweitige Daten, aus denen hervorleuchtet, daß das Verschwinden dieser eines besseren Schicksals würdigen Rasse auch seitens der Botaniker nicht genug beklagt werden kann.

Bei dem Klettern der Pflanzen in schwindelnde Höhen „im Kampfe um Sonne und Licht" ist es nur ganz natürlich, daß außer ihren vegetativen Organen auch die Blüten in meist dem Menschen nicht mehr erreichbaren Höhen zur Entfaltung gelangen. HALLIER (Leiden) erzählte mir fast Unglaubliches über die Schwierigkeiten, die sich in dieser Beziehung in den Tropen dem Sammler entgegenstellen, wo, wenn nicht zufällig von Baum zu Baum springende Affen beim Nestbau oder beim Verzehren von Früchten usw. Zweige herabwerfen, einzig die Waffe des Jägers hier und da (z. B. von den bis 60 m hohen Dipterocarpaceen Borneos) einige Bruchstücke herunterholen kann. Es versteht sich von selbst, daß bei der für uns unfaßbaren Üppigkeit der Tropenwälder Irrtümer auf diese Art sehr leicht vorkommen.

Damit habe ich auch die Ursache des überaus seltenen Vorkommens der Marcgraviaceen als Untersuchungsobjekt gekennzeichnet.

1) BAILLON, H., Histoire des Plantes, Tom. IV. 1873. pp. 241—42.

auf die generische Berechtigung der beiden Gattungen stützen, was auch von Seiten DELPINOS nicht in Zweifel gezogen wird.[1])

Demzufolge schließt sich an die nach der Flora Brasiliensis (**9.** 248—49) bekannten zwei Arten von *Ruyschia* (*R. clusiaefolia* JACQ.; *R. sphaeradenia* DELP.) auf Grund der Resultate neuerer Untersuchungen als dritte Art nur noch *R. platyadenia* GILG (**21.** 34), da die von BAILLON angegebene „Ruyschia mexicana" (**7.** 241) = *Souroubea exauriculata* DELPINO ist (**4.** 180, 258, 277; Tab. VI, Fig. 31).

DELPINO war nämlich mit dieser *Souroubea*-Art, die als „bellissima species" auf Grund der von LINDEN gesammelten Exemplare (Nr. 875. Habit. in Mexicana Cordillera prov. Veracruz) bis dahin unter der Benennung „Ruyschia clusiaefolia" bekannt war (Ruyschia clusiaefolia LINDEN ad collect. n. 875, nec JACQ. in **9.** 256), BAILLON zuvorgekommen und WITTMACK, der auch das der Beschreibung BAILLONS zu Grunde liegende HAHNsche Exemplar (prope Tlapacoya, n. 421 in Herb. Mus. Paris) erwähnt, stellt auch ganz richtig die Synonymen fest (**9.** 256). In der Originaldiagnose BAILLONS schließen „germen 5-loculare, stigmate sessili, 5-gono" nach der oben gegebenen Erläuterung der Genera den *Ruyschia*-Charakter der in Rede stehenden Marcgraviaceen vollständig aus.

Die als Objekt eingehender Untersuchungen dienende TÜRCKHEIMsche Pflanze (H_5) unterscheidet sich, um den Ausdruck BAILLONS, meines bewunderten Meisters auf der Sorbonne (resp. École de Médecine, a. 1892) zu gebrauchen, mit den Merkmalen „germen 3-loculare, stigmate sessili 3-gono" sowohl von *Ruyschia* als auch von *Souroubea* in gleicher Weise. Nehmen wir nun bezüglich der Zugehörigkeit dieser Pflanze in ein Genus die WITTMACKsche Einteilung der Marcgraviaceen („ovarium . . . stigmate 3-, 5-radiato mammiformi, interdum indistincto coronatum" **9.** 234), oder die von SZYSZYŁOWICZ („Fruchtknoten 3—5fächerig; Griffel kurz mit undeutlicher Narbe" **18.** 163) als Grundlage an, so kann im gegebenen Falle nur allein die Gattung

1) WITTMACK, L., Die Marcgraviaceen und ihre Honiggefäße. Kosmos, III. Jahrg. Heft 4, p. 270.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

Norantea in Betracht kommen, nachdem auf TÜRCKHEIMschen fruchttragenden Exemplaren sich keinerlei Spuren weder einer Blüte noch zu Nektarien gewordener Brakteen finden, jedenfalls Mängel, welche die Definition zwar erschweren, doch nicht unmöglich machen.[1])

Die daraus hervorgehenden unvermeidlichen Mängel in Hinsicht der Kenntnis dieser Pflanze lassen sich jedoch durch Anwendung der anatomisch-systematischen Methode vermeiden, was sich auch durch vergleichend-anatomische Erforschung der phylogenetischen Zusammenhänge erreichen läßt.

Die früher bekannten zwei Arten von *Ruyschia* (*R. clusiaefolia* [inclus. *R. fragrans* MORITZ] und *R. sphaeradenia*) stehen schon dadurch, daß im Mesophyll, um nichts anderes zu erwähnen, überall und rasch spezifisch charakteristische Rhizo- und Astrosklereïden wahrnehmbar sind, der TÜRCKHEIMschen Pflanze absolut fern, deren Novität ich auf Grund der weiter unten zu gebenden Gründe von nun an durch die Bezeichnung *Norantea Lóczyi*[2]) zum Ausdruck bringen will (Taf. VI, Fig. 29).

Die spezifischen Unterschiede der dritten Art der Ruyschien, der *R. platyadenia* GILG, liegen nach dem Autor (**21.** 34) außer im Nektarium hauptsächlich in den Eigenheiten der Blattform und der Nervatur (Taf. VI, Fig. 34), worin sie auch anatomisch von der *N. Lóczyi* abweicht (Taf. VI, Fig. 29). Von den Blättern dieser *Norantea* sind die kleinsten 4.8 cm lang und 1.8 cm breit, die größten 9.5 cm lang und 4.4 cm breit, an einem bis 9 mm langen Stiele sitzend, mit einem Zuschnitte, der vollkommen von dem der *R. platyadenia* verschieden ist.

Die vierte *Ruyschia* wäre R. mexicana BAILLON = *Souroubea exauriculata* DELPINO. Das größte Blatt des auch von

---

1) Hierfür liefert unter anderen WORONIN ein sehr schönes Beispiel in seiner mit mustergültigen anatomischen Figuren illustrierten Abhandlung „Über die Struktur der Blätter von Statice monopetala L." (Botan. Zeitschr. 1885. Nr. 12).

2) Lóczy ist (cz phonetisch gleich mit „z") ein altungarischer adeliger Familienname. — Überhaupt in fremdländischen Museen liest man auch statt cs fast immer fälschlich cz, z. B. Czákó statt Csákó = Tschākō, ungar. Helmhut usw., oder umgekehrt.

WITTMACK zitierten (**9.** 256) LIEBMANNschen Exemplares (Mexiko: Mirador, 5. 1842 in HB) ist in Fig. 31 der Tafel VI naturgetreu wiedergegeben. Dieses steht in der Form zweifellos dem Blatte von *N. Lóczyi* näher (Taf. VI, Fig. 29); obwohl es 11.2 cm lang und 6.3 cm breit, also bedeutend größer ist, verbleiben Breite und Länge doch im gleichen Verhältnisse.

Die im Gesagten dargebotene morphologische Skizze bedarf jedoch der phylogenetisch-anatomischen Ergänzung, insbesondere für *Ruyschia platyadenia* und *Souroubea exauriculata* (= R. mexicana).

Ruyschia platyadenia GILG (H_9).

Im Mesophyll der Blätter von *Ruyschia platyadenia* GILG fällt vor allem das beinahe absolute Fehlen von Sklereïden auf (Taf. VII, Fig. 38), im Gegensatze zu den echten Sklereïdenüberfluß (hauptsächlich an Astrosklereïden) besitzenden Arten *R. clusiaefolia* und *sphaeradenia*; übrigens dringt von den weitlumigen Epidermiszellen gar manche tief in die Palissadenschichte ein, damit von vorn herein den Charakter der Epidermis mucigera verratend (Taf. VI, Fig. 35 *n*—*n*).

Bei Untersuchung ganzer Serien von Blattquerschnitten führt Einen immer nur der Zufall darauf, daß sich einzelne Zellen der Palissadenschichte gleichsam ausnahmsweise späterhin einfach getüpfelt verdicken können, indem sie sich zu sogenannten Palosklereïden verwandeln (Taf. VI Fig. 35 *psk*).[1]) Ebenso sind Astrosklereïdanlagen als überaus seltene Erscheinung zu registrieren sowohl unmittelbar unter den Palissaden als im Körper des Schwammparenchyms (Taf. VI, Fig. 36 *ask*). Alle diese Bildungen besitzen indessen meiner Meinung nach, eben ihrer Seltenheit wegen, noch keinerlei lokale mechanische Bedeutung, umsomehr jedoch in phylogenetischer Hinsicht.

Die mechanische Festigkeit der halbwegs lederartigen Blätter (fol. coriacea v. subcoriacea) wird außer der beiderseits ziemlich dicken Cuticula (Taf. VI, Fig. 36 c_1—c_2) besonders durch die Bastbündel des über dem Leptom sich befindenden primären Geäders verursacht, umsomehr, da dieses Geäder, für *R. platyadenia* spezifisch

1) Siehe S. 87 sub 1 die Bemerkung.

charakteristisch, sich in einem Winkel von 30—45° aus der Hauptader abzweigt (Taf. VI, Fig. 34).

In der Einleitung pp. 77—78 resp. in dem I. Kapitel habe ich die anatomische Bedeutung der *x*- und *i*-Schnittrichtungen des Blattes entwickelt, die mechanische hingegen geht aus den sogenannten Librosklereïdbeispielen hervor, wie solche jedwedes Glied der *N. peduncularis*-Gruppe liefert.[1]) Nachdem die sporadisch vorkommenden Sklereïden in diesem Falle keinerlei mechanische Bedeutung besitzen, haben die weiteren Schnitte von Blättern der *R. platyadenia* eher in Bezug auf Styloïden einige Wichtigkeit, indem wir bei den der sekundären Nervatur parallelen (Richtung *i*) Schnitten zumeist prismatische Kristallbündel zu sehen bekommen und zwar häufig zusammen mit den sich schon ihrer dünneren Nadeln wegen unterscheidenden Raphidenbündeln an der Grenze der Palissaden, bezüglich im Massiv des Schwammparenchyms (Taf. VII, Fig. 38 *sdt, rt*). Hingegen kommen bei die sekundäre Nervatur quertreffenden (sogen. *x*-Richtung) Schnitten meist leere Schlauchzellen zum Vorscheine (Taf. VI, Fig. 35, 36 *sdt—sdt*), da die Kristallprismen, insbesondere bei dünnen Schnitten, leicht herausfallen; die Raphidenbündel hingegen werden durch den die Raphidenschläuche erfüllenden Schleimgehalt eher zusammengehalten, und so lassen sich ohne jede größere Schwierigkeit Querschnitte dünner Nadeln anfertigen (z. B. Taf. VII, Fig. 40 *r—r*). Schläuche ohne Styloïden können indessen auch in der *i*-Schnittrichtung sehr häufig vorkommen; in diesem Falle ist die Höhlung der Schläuche quasi im Vergleiche zum Querschnitte (Taf. VI, Fig. 36 *sdt*) von wegen ihrer der sekundären Nervatur entsprechenden Richtung umso auffallender, hauptsächlich, wenn sie einander der Reihe nach folgen, knapp an der Grenze des Palissaden- und Schwammparenchyms (Taf. VII, Fig. 39 *sdt*).

Die Größe der polygonalen Zellen beider Epidermen, die an der Oberfläche zumeist geradwandig sind, mit auch bei verhältnismäßig mittleren Vergrößerungen scharf wahrnehmbaren Mittellamellen (Taf. VI, Fig. 37), wechselt. Die Spaltöffnungen zeigen den Typus der Marcgraviaceen, liegen mit den Hautzellen auf einem

1) Siehe Anmerkung 1, S. 87.

Niveau und die Zahl der von diesen hinsichtlich der Form nicht abweichenden Nebenzellen wechselt zwischen 4 und 5 (Fig. cit. 37).

Souroubea exauriculata DELP. (H_7)
(syn. Ruyschia mexicana BAILL. l. c.).

BAILLON (**7.** 241) gibt die Größe der Blätter seiner „Ruyschia mexicana" mit einer Länge von 10 cm und einer Breite von 5 cm an; nach den Angaben WITTMACKS (**9.** 255) wäre nur die Blattbreite um ein Geringes breiter (5.5 cm), die Dicke der Blätter hingegen bezeichnet er mit dem Ausdrucke „subcoriaceus". Das größte Blatt des LIEBMANNschen Exemplares hingegen (H_7), dessen auf Tafel VI in Fig. 31 wiedergegebenes getreues Ebenbild im übrigen dem durch WITTMACK gegebenen Bilde von *S. exauriculata* DELP. völlig entspricht (**9.** Taf. 51, I), ebenso den Beschreibungen von BAILLON[1]) und WITTMACK[2]), hat eine Länge von 11.2 cm und eine Breite von 6.3 cm, ist also größer als die zitierten Maße von BAILLON-WITTMACK. Demzufolge ist auch das Blatt nicht „subcoriaceus", im Gegenteile auffallend dünnfleischig (fol. papyraceum), was naturgemäß in den anatomischen Verhältnissen zum Ausdrucke gelangt.

Die Steifheit der Spreiten der verhältnismäßig großen Blätter wird nur durch die diese *Souroubea* charakterisierende Nervatur gesichert (wie dies auch BAILLON sehr richtig bemerkt) und zwar durch die Hartbastbündel der Stelen über dem Leptom, gleichwie bei *S. dasystachya* GILG, deren Blätter in vieler Hinsicht ähnliche anatomische Verhältnisse aufweisen (Taf. VI, Fig. 33; Taf. VII, Fig. 42—43 *bt—bt*).

Anderweitige dickwandige Elemente mit mechanischer Bedeutung finden sich nämlich im Mesophyll des Blattes sonst keine. Das vollkommene Fehlen von Sklereïden, in Anbetracht der großen und wechselnden Verbreitung der Sklereïden im Kreise der Marcgraviaceen, ist jedenfalls in den relativ großen Blättern

1) „folia . . . obovata (ad 10 cent. longa, 5 cent. lata), basi longiuscule cuneata, apice rotundato v. summo apice breviter apiculata, integerrima penninervia tenuiter reticulata, utrinque glaberrima" etc. (**7.** 241).

2) „foliis brevi-petiolatis magnis obovatis, basi cuneatis, junioribus apice mucronatis, dein subemarginatis, subcoriaceis, 8—10 cm longis, 4—5½ cm latis" etc. (**9.** 254—55).

von *S. exauriculata* auffällig, wofür uns eine Erklärung offenbar die dünne Fleischschichte des Blattes gibt. Unter dem Mikroskop kommt eine durchaus einfache bifaziale Blattstruktur zum Vorschein, bezüglich welcher höchstens das der Aufzeichnung wert ist, daß Raphidenbündel in allen Schichten des Blattgewebes wahrnehmbar sind (Taf. VII, Fig. 40).

Die Dicke der Raphidenschläuche kann das Mehrfache der einzelnen Zellen der stets einschichtigen Palissaden erreichen, wie es denn auch vorkommt, daß die gewöhnlich mit den Palissadenzellen übereinstimmende vertikale Lage der Raphidenbündel eine abweichende z. B. schräge ist. Solche Raphidenschläuche, hauptsächlich wenn sie mit verschleimten (auch sonst, mit von den übrigen normalen Epidermiszellen in auffallender Weise abweichenden) Hautzellen verbunden sind, sind in dem ziemlich lockeren Gewebe das Blattes eine umso auffälligere Erscheinung (Taf. VI, Fig. 32).

Vergleicht man das Mesophyll (Taf. VII, Fig. 40) mit dem halbwegs lederartigen (fol. subcoriac.) und hier und da Sklereïden aufweisenden Blattfleische z. B. der *Ruyschia platyadenia* (Taf. VI, Fig. 36 und Taf. VII, Fig. 38*sp—sp*), so geht alsbald hervor, daß das Abnehmen des Blattfleisches von *S. exauriculata* in erster Reihe auf die Reduktion des Schwammparenchyms zurückzuführen ist (Taf. VII, Fig. 40*sp*).

Die Konstruktion des Blattes im Verein mit den häufig auftretenden Spaltöffnungen zeugt dafür, daß die Widerstandsfähigkeit des Blattes eventuell eintretenden ungünstigen Lebensbedingungen gegenüber sehr gering ist. Der Spaltöffnungsapparat weicht, obwohl er sich einigermaßen über die Oberfläche der Epidermis erhebt, von dem Marcgraviaceentypus nicht ab; die häufig wahrnehmbare „Reduplikation“ (Taf. VII, Fig. 40*s—s*) spricht für eine lebhafte Transpiration.

Souroubea dasystachya Gilg (H_s).

Die bisher geringe Spezieszahl des im engeren Sinne genommenen Genus *Souroubea* Aublet (exclus. *Ruyschia* Jacq.) hat sich zufolge der Mitteilungen Gilgs ziemlich stark vermehrt (**21.** 328—34; **31.** 128). Sowohl diese neueren, und zwar durch Güte der Direktion des Berliner botanischen Museums, wie auch die längst

bekannten Arten konnte ich untersuchen mit der in der Einleitung erörterten Tendenz, mit Ausnahme der *S.* (*Ruyschia*) *pilophora* von TRIANA und PLANCHON, die des Weltkrieges wegen heute unzugänglich. Nach WITTMACK sind aber die 8—10 cm langen und 3.5—5 cm breiten Blätter dieser *Souroubea* ausgesprochen lederartig[1]), woraus ich zu folgern vermag, daß diese „Ruyschia" von TRIANA-PLANCHON unter die „Sklereïden führenden Souroubeen" gehört. Nach dieser Art bleibt von den sklereïdlosen Souroubeen, ausgenommen die in Mexiko heimische *S. exauriculata*, nur noch die GILGsche *S. dasystachya*, eine sehr interessante, durch die ULEsche brasilianische (vom Berliner botanischen Museum unterstützte) Expedition entdeckte und bisher noch nicht publizierte Novität, zu besprechen (H_8).

Es läßt sich mit einer gewissen Überraschung konstatieren, daß das Blatt von *S. dasystachya* (Taf. VI, Fig. 33) sowohl anatomisch als auch morphologisch in vieler Hinsicht mit demjenigen von *S. exauriculata* (Taf. VI, Fig. 31) übereinstimmt. So ist die Länge der Blätter (ad 10.5 cm long.) durchschnittlich dieselbe wie die bei *S. exauriculata*, nur hinsichtlich der Breite bleibt es verhältnismäßig unter dieser (ad 4.6 cm lat.); auffallend hingegen ist die Assymmetrie des Blattes, d. h. die ungleiche Breite der rechts und links von der Hauptader liegenden Teile.

Da sich die sekundären Adern dicht aneinander reihen, ist die sogenannte gefiederte Nervatur bei *S. dasystachya* spezifisch charakteristisch, doch in der papierdünnen Blattspreite (fol. papyraceum v. chartaceum) mechanisch von vollkommen der gleichen Bedeutung wie bei *S. exauriculata*, was daraus hervorgeht, daß die Gefäßbündel nur einseitig, d. h. vom Leptom ausgehende mechanische Verstärkungen erhalten und zwar durch die daselbst erheblich ausgebildeten Hartbastbündel (Taf. VII, Fig. 43*bt*), die bis zum Blattrande reichen (Taf. VII, Fig. 42*bt*—*bt*). All dies hebt sich, hauptsächlich in sicco, wegen der stark hervortretenden Nervatur besonders auf der Blattunterseite schon äußerlich scharf ab (Taf. VI, Fig. 33).

---

1) „Foliis brevissime petiolatis vel subsessilibus, ovato-ellipticis vel oblongo-ellipticis, apice subacutis leviter emarginatis, valde coriaceis" (9. 254).

Die Anatomie des Blattquerschnittes dagegen beweist, daß der gegenüber *S. exauriculata* geringere Umfang des Blattes der *S. dasystachya* mit einer geringeren Ausbildung des Mesophylls (ungefähr um ein Viertel) Hand in Hand geht und diese Reduktion zumal die Schichten des Schwammparenchyms betrifft, das auch sehr locker und durch Interzellularräume stark lakunös erscheint. (Vgl. Taf. VII, Fig. 40 und 43 *sp—sp*). Die allgemeine Lockerheit des Blattgewebes wird besonders durch die in die Palissaden der Oberseite tief eindringenden Schleimzellen stark erhöht, ebenso auch durch jene Raphidenschläuche, deren Größe ein Mehrfaches der Palissadenzellen ausmacht (Taf. VII, Fig. 43 rt_1—rt_2), was übrigens auch in den Blättern von *S. exauriculata* vorkommt (Taf. VI, Fig. 32 *rt*).

Entscheidend sind jedenfalls nur die mechanischen Elemente, im Besonderen das für die Marcgraviaceen charakteristische Auftreten von Sklereïden resp. deren morphologische Eigenschaften. Auch hier spricht wieder deren totaler Mangel für eine strukturelle Affinität von *S. exauriculata* und *S. dasystachya*, damit jeden Zweifel beseitigend, daß *Ruyschia platyadenia* mit ihren eine starke Cuticula aufweisenden und lederartigen Blättern, sowie mit ihren in einem bedeutend dickeren Mesophyll auftretenden Sklereïden auf der Leiter der phylogenetischen Beziehungen eine höhere Stufe erreichte.

An diesem Punkte meiner Erörterungen angelangt, kann ich nun die Frage aufwerfen, wie die aus Guatemala stammende

Norantea Lóczyi (H_5)

phylogenetisch auf Grund der vergleichenden Anatomie zu bewerten ist gegenüber der im Obigen behandelten *Ruyschia platyadenia*, resp. gegenüber der *Souroubea exauriculata* und der *S. dasystachya?* Ebenso auch, wie sich die Stellung der *Norantea Lóczyi* auf Basis der Phylogenie innerhalb der übrigen Noranteen gestaltet?

Die Lösung dieser in Bezug auf *N. Lóczyi* aufgeworfenen phylogenetischen Fragen verursacht keine Schwierigkeiten beim Vergleich derselben mit *Ruyschia platyadenia* und *Souroubea exauriculata*, ungeachtet der im Charakter der Gattung schon gegebenen morphologischen Verschiedenheit, welche meines Wissens

auch durch die englisch-französische systematische Auffassung nie bestritten wurde.

Trotzdem will ich diese Frage auf Grund der vergleichenden Anatomie kurz erörtern, weil es in der Eruierung der verwandtschaftlichen Beziehungen nicht ohne Interesse ist zu erfahren, daß die *R. platyadenia*, mit ihrem fast sklereïdenlosen Mesophyll (Taf. VII, Fig. 38), im Kreise der mit drei guten Species vertretenen Ruyschien phylogenetisch auf der untersten Stufe steht.

Das Auftreten der Palosklereïden ist unter den selten wahrnehmbaren mechanischen Elementen in der oben aufgeworfenen Frage insofern beachtenswert, als wir ein dem der *R. platyadenia* ähnliches Verhalten auch in den Blättern der *N. Lóczyi* beobachten können (Taf. VIII, Fig. 48—52). Die Blattformen sind aber absolut verschieden (Taf. VI, Fig. 29, 34), auch die der *S. exauriculata*, im Verhältnis der Breiten- und Längenmaße des Blattes (Taf. VI, Fig. 31).

Bei dieser *Souroubea* ist es auch auffallend, daß ihr Mesophyll sklereïdenlos ist (Taf. VI, Fig. 32), gleich dem von *S. dasystachya* (Taf. VII, Fig. 43), deren fast auf Kongruenz führende anatomische Affinität ich oben erörterte, betonend, daß die absolute Sklereïdenlosigkeit des Mesophylls in der papierartigen Dünne der Blätter beider *Souroubea*-Arten ihre natürliche Erklärung findet.

Nach den Erfahrungen, die ich während meiner vergleichenden anatomischen Studien über sämtliche *Souroubea*-Arten gewann, sind diese Souroubeen phylogenetisch die niedrigsten im Kreise der von mir anatomisch unterschiedenen vier *Souroubea*-Gruppen; — sie sind daher in der Entwicklungsreihe der Souroubeen auch im anatomischen Sinne als primitive Arten zu betrachten, gleichwie die *R. platyadenia* unter den Ruyschien oder gar die *N. gracilis* unter den Noranteen.

Die *N. gracilis* gehört jedoch dadurch, daß sich bei ihr die Tendenz zur Sklereïdenbildung im Mesophyll (Taf. VII, Fig. 44), ja sogar die zur Palissadenunterspreizung offenbart (Fig. cit. skn—skn_2), im Kreise der an Arten so reichen Sippe der Noranteen bereits in die dritte, d. h. in eine der phylogenetisch entwickelteren der von mir anatomisch unterschiedenen sieben Gruppen.

Außer der auffallend reichgefiederten Nervatur des Blattes (Taf. VI,

Fig. 33) ist also auch das mit dem schwachen Mesophyll zusammenhängende Fehlen der Sklereïden ganz genügend zur Unterscheidung der *S. dasystachya* von *N. gracilis* (Taf. VI, Fig. 30) und von *N. Lóczyi* (Taf. VI, Fig. 29); — bei diesem Punkte möchte ich betonen, daß die anatomische Struktur der ± lederigen Blätter der letztgenannten beiden Noranteen zugleich mit der Tendenz zur Sklereïdenbildung verbunden ist (Taf. VII, Fig. 44; Taf. VIII, Fig. 51—52).

Schon aus den ziemlich dicken Blättern von *N. Lóczyi* können wir darauf schließen, daß zwischen den mit starker Cuticula bedeckten Epidermen das Mesophyll dick ist, dessen einschichtige Palissaden schon allein etwa zwei Dritteln des ganzen Mesophylls von *S. dasystachya* gleichkommen (vgl. Taf. VIII, Fig. 48 mit Taf. VII, Fig. 43). Dies sei hier deshalb erwähnt, weil ein Blick auf das Blatt von *N. Lóczyi* sofort verrät (Taf. VI, Fig. 29), daß in puncto Blattform *S. dasystachya* der *N. Lóczyi* sehr nahe steht (Taf. VI, Fig. 33).

Das allgemeine Fehlen der Sklereïden in dem bifacial gebauten Mesophyll ist in zahlreichen Blattquerschnitten wahrzunehmen (Taf. VIII, Fig. 49), ein Zeichen dafür, daß wir es mit einem halbwegs lederigen Blatte zu tun haben; bei oberflächlicher Beobachtung könnten wir sehr leicht dazu geneigt sein, die *N. Lóczyi* in jene (I.) Gruppe der Noranteen einzureihen, deren Glieder durch das gänzliche Fehlen der Sklereïden gekennzeichnet sind (*N. anomala* HBK, *N. Paraënsis* MARTIUS, *N. Goyazensis* CAMBESS., *N. microscypha* GILG).

Da ich die vergleichend-anatomische Untersuchung der gesamten isomorphen Marcgraviaceen durchgeführt habe, so vermochte ich bei Beurteilung der Sklereïdenbildung festzustellen, daß wir in der phylogenetischen Bewertung der mechanischen Elemente (Sklereïden usw.) brauchbare Resultate nur dann erzielen können, wenn wir, womöglich zahlreiche Schnitte durchmusternd, bei Feststellung des Fehlens der Sklereïden im Mesophyll mit Vorsicht zu Werke gehen. Etwaige Irrtümer sind auch so nicht ausgeschlossen.

Bei sorgfältger Durchmusterung der Blattquerschnitte von *N. Lóczyi* können wir nämlich auf solche Sklereïdennester stoßen, welche

zahlreicher inmitten des Schwammparenchyms auftreten (Taf. VIII, Fig. 48*skn*), und wenn wir auf diesem Pfade weiter forschen, können wir auch solche Sklereïdennester beobachten, deren Tendenz zur Palissadenunterspreizung zweifellos ist, hauptsächlich wenn die harten Zellen der Sklereïdennester gruppenweise miteinander verbunden sind, wofür ein der *N. gracilis* ähnliches Beispiel (Taf. VII, Fig. 44skn_2) sich leicht finden läßt.

Somit wäre leicht zu entscheiden, daß die *N. Lóczyi* möglicherweise in diejenige (II.) Gruppe der Noranteen zu zählen wäre, in deren Gliedern die Sklereïdennesterbildung im Schwammparenchym bereits beginnt (*N. adamantium* CAMB., *N. brasiliensis* CHOISY, *N. guianensis* AUBL., *N. haematoscypha* GILG, *N. japurensis* MARTIUS, *N. oxystylis* BAILLON). Das Ziel der Forschung ist aber hiermit noch immer nicht erreicht.

Bei der histiologischen Untersuchung der Blattrandquerschnitte von *N. Lóczyi* fand ich auch solche vor, welche zugleich als Beispiele einer Tendenz zur palissadenständigen Palosklereïdenbildung dienen dürften, wenn auch nur sporadisch (Taf. VIII, Fig. 52*psk*).

Es ist kaum zu bezweifeln, daß die im Palissadenparenchym von *N. Lóczyi* hier und da auftretenden harten und einfach getüpfelten Stabzellen, die sogenannten Palosklereïden, deren Ursprung auf einzelne Palissadenzellen zurückzuführen ist, entschieden dafür sprechen, daß die *N. Lócyi* aus Guatemala, samt *N. gracilis* aus dem nördlichen Teile Brasiliens (secus Rio Negro), in welch letzterer das gruppenweise Auftreten der Palosklereïden schon eine häufige Erscheinung ist (Taf. VII, Fig. 44psk_2), in die phylogenetisch noch höher stehende III. Gruppe der Noranteen einzureihen ist. All diese sind aber, samt den gleichfalls in diese Gruppe gehörenden Arten *N. aurantiaca* SPRUCE und *N. cuneifolia* DELPINO, durch eine stattliche Reihe der Noranteen-Arten auf jene höhere Stufe der phylogenetischen Kette gelangt.

Diese Gruppe scheint mir in der Menge derjenigen Noranteen, deren Sklereïden einigermaßen ausgebildet sind[1]), in Evolution

1) Nach meinen bisherigen Beobachtungen wird die IV. Gruppe nur durch den einzigen Repräsentanten *N. Jussieui* TRIANA-PLANCHON gebildet, mit sehr eigentümlich entwickelten Palo- und Astrosklereïden. In die V. Gruppe gehören, mit Rhizo- und Astrosklereïden: *N. magnifica* GILG,

zu stehen, aus deren Gliedern noch die *N. cuneifolia* als relativ höchst entwickelt zu betrachten ist; in ihren auch morphologisch sehr charakteristischen Blättern sind Sklereïdennester massenhaft und gruppenweise zu sehen, mit der augenfälligen Tendenz zur Palissadenunterspreizung, ja sogar mit solchen oft gruppenweise auftretenden Palosklereïden, welche eine mögliche Verbindung zu dem bisher einzigen Vertreter der IV. *Norantea*-Gruppe, der anatomisch überaus eigentümlichen *N. Jussieui* darstellen können.

Das anatomische Verhalten der obengenannten Noranteen geht Hand in Hand mit dem morphologischen, welch letzteres nicht zur entsprechenden Würdigung mancher guten Arten führte (*N. gracilis* = pro var. *guianensis* AUBL.! — *N. aurantiaca* SPRUCE = Synon. *N. anomalae* HBK sec. WITTM. 9. 240 et 242).

Die palissadenständigen Palosklereïden betrachte ich als Ausgangsformen zur Rhizosklereïdenbildung, — sowie die Sklereïdennester des Schwammparenchyms als Vorläufer der Astrosklereïden gelten können.

Die Astrosklereïdenanlage im Schwammparenchym der *Ruyschia platyadenia* ist auch nichts anderes, als ein solches Sklereïdennest, dessen Tendenz zur Ausläuferbildung offenbar ist (Taf. VI, Fig. 36 *askk*), auf Grund dessen wir voraussetzen können, daß sich aus solchen die Astrosklereïden mit der Zeit ausbilden können, und aus diesen die Ophiurensklereïden.

Die Lage der Sklereïdennester im Schwammparenchym von *N. Lóczyi* ist, im Gegensatze zu der gegebenen vertikalen Richtung der Palosklereïden, horizontal (Taf. VIII, Fig. 48 *skn*), wie diejenigen Sekretzellen, deren stark lichtbrechende Sekretmassen oft kettenartig einander folgen und zwar in der zweiten Zellreihe des blattunterseitigen Schwammparenchyms (Taf. VIII, Fig. 49 *vt*).

Außer der oberseitigen Epidermis mucigera (Taf. VII, Fig 47) kommen Raphidenbündel in allen Schichten des Blattgewebes vor, ja sogar in Zellen des unteren Hautgewebes (Taf. VIII, Fig. 54 *r*).

N. macrostoma GILG, *N. sandiensis* GILG, *N. gigantophylla* GILG; VI. Gruppe, mit Rhizo-, Astro- und Librosklereïden: *N. costaricensis* GILG, *N. Pardoana* WEBERB. et GILG, — schließlich VII. Gruppe, mit Rhizo- und spezifisch charakteristischen Librosklereïden: *N. Uleana* PILGER, *N. macroscypha* GILG, *N. Sodiroi* GILG, *N. albido-rosea* GILG, *N. peduncularis* POEPP. (Taf. IV, Fig. 20).

Es ist zwar nicht von spezifischer Bedeutung, aber doch bemerkenswert, daß eine oder die andere der oft quer gefächerten Palissadenzellen (Taf. VIII, Fig. 51) in ihrem oberen Gliede zugleich als Raphidenschlauch figuriert (Taf. VIII, Fig. 50r_1—p_2), — oder wegen der auffallenden Breite der Palissadenzelle als Raphidenschlauch auffallend ist (Taf. VIII, Fig. 49r_1).

Der Spaltöffnungsapparat von *N. Lóczyi* zeigt bei Anwendung von gut anwendbaren starken trockenen Linsensystemen hinsichtlich der Struktur nennenswerte Details (Taf. VIII, Fig. 56), deren taxonomischer Wert insofern zu betonen ist, als sonst die ganze Blattstruktur der *N. Lóczyi* — wie oben erwähnt — kaum von derjenigen der *N. gracilis* zu unterscheiden wäre (Taf. VI, Fig. 29, 30). Der Umriß der halbmondförmigen Schließzellen ist zwar auf der Blattunterseite scharf, doch nicht regelmäßig; die bald größeren, bald kleineren Abweichungen des etwas verflachten Umrisses sind häufig von cuticularen Warzen besetzt, welche die äußeren Cuticularleisten der Spaltöffnungen keinesfalls so regelmäßig glatt gestalten, als wie man diese eventuell bei kleineren Vergrößerungen beobachtet (Taf. VIII, Fig. 54—55). Auf der Oberfläche dieser cuticularen Leisten fällt am meisten jene innere, noch mehr jedoch jene äußere Naht auf (Taf. VIII, Fig. 56v_1—v_2), die den Grübchen der cuticularen Leiste entspringt.

Hingegen weist die angewandte starke Vergrößerung im Stomabilde von *N. gracilis* keine besondere Änderung auf; im Wesentlichen zeigt sie dieselben strukturellen Konturen, wie z. B. das bei bedeutend kleineren Vergrößerungen gezeichnete Stomabild der *Souroubea dasystachya* auf Taf. VII, Fig. 41, nur daß hier die Spaltöffnungen dichter nebeneinander stehen. Dies weist auf die Möglichkeit einer unbeschränkten Transpiration der in der Gegend des Casiquiare und Rio Negro heimischen *Norantea* (**9.** 242) hin, was sich hingegen von der Guatemalaër *N. Lóczyi* nicht behaupten läßt.

In puncto geographischer Verbreitung sind die Abweichungen beider Noranteen erheblich und die *N. Lóczyi* lebt im Vergleiche zu den üppigen Lebensbedingungen der Tropen unter weniger günstigen Verhältnissen, indem im Interesse der nötigen Widerstandsentwicklung durch die beträchtlich herabgeminderte Anzahl

der Spaltöffnungen die Transpiration sich entsprechend beschränken muß, wobei zweifelsohne der oben skizzierten Konstruktion des Spaltöffnungsapparates auch eine Rolle zufällt (Taf. VIII, Fig. 56).

Die Zellen beider Epidermen sind an der Oberfläche geradwandig und von wechselnder Größe (Taf. VII, Fig. 47; Taf. VIII, Fig. 54); hiervon weichen auch die Nebenzellen (s. a.) der Spaltöffnungen nicht besonders ab. Ihre Anzahl wechselt an den Blättern von *N. gracilis*, ebenso an denen von *N. Lóczyi* zwischen vier bis fünf, doch können auch bis sechs vorkommen (Taf. VIII, Fig. 54). Auch über große Flächen der oberen Epidermis hin sah ich keine Raphiden enthaltenden Epidermiszellen, hingegen wohl in der Epidermis der Blattunterseite von *N. Lóczyi* (Taf. VIII, Fig. 54*r*), ja es kann sogar vorkommen, daß eine der „Nebenzellen" des Spaltöffnungsapparates zugleich auch Raphidenschlauch ist (Taf. VIII, Fig. 55*r*).

Es ist nicht meine Absicht, die Artberechtigung einer oder der anderen Pflanze durch „anatomische Subtilitäten" zu begründen. Im Gegenteile, ich erkenne mit Bereitwilligkeit an, daß in dieser Beziehung stets die Resultate der morphologischen Untersuchungen auch weiterhin die leitende Rolle spielen werden, weshalb ich die üblichen Diagnosen der in Rede stehenden Novitäten überhaupt nicht umgehen will.

Zahlreiche Erfahrungen bestätigen, daß man bei morphologisch verschiedenen Pflanzenarten ins Wesen einschneidende anatomische Abweichungen nicht zu konstatieren vermag, wie denn auch die vergleichende Anatomie in erster Reihe nicht die Fragen der Species-Systematik behandelt, sondern die Lösung der sich auf große Verwandtschaftskreise erstreckenden phylogenetischen Beziehungen erstrebt, — rationellerweise natürlich auf dem morphologisch bereits vorgezeichneten Pfade.[1])

Blutsverwandtschaftliche Beziehungen dürften nicht nur ausschließlich aus exomorphen Merkmalen, sondern vielmehr aus den sich uns in endomorphen Eigentümlichkeiten offenbarenden

1) Ich berufe mich an dieser Stelle auf Parmentiers cit. Satz (p. 74 sub 1).

Charakterzügen mit der erwünschten Bestimmtheit festgestellt werden, also durch anatomische Untersuchung jener Organe, die „Lebensträger" sind und deren systematische Zusammenfassung auf physiologischer Grundlage heute jeder modern forschende Botaniker — wenn er auch Mediziner ist — kennen muß.[1])

So und nur auf diesem Wege der bezeichneten Forschungsmethode läßt sich ergründen, daß *N. japurensis* MART., zufolge der Eigentümlichkeiten ihrer Blattstruktur, die *N. gracilis* und die *N. Lóczyi*, weit weniger aber die phylogenetisch tiefer stehende *N. paraënsis* MART. berührt. Hingegen erinnern die Palosklereïden und die palissadenstützenden Sklereïdennester der *N. aurantiaca* SPRUCE sofort an *N. gracilis*, obwohl sie alle im kritisch genommenen morphologischen Sinne sogenannte gute Arten sind, — zwar miteinander in innigem anatomischen Kontakte, wie z. B. auch die Glieder der *N. peduncularis*-Gruppe (*N. peduncularis*, *albido-rosea*, *Uleana*). Diese Gruppe steht jeder der obengenannten Gruppen phylogenetisch ebenso ferne, wie z. B. *N. Jussieui* TRIANA et PLANCHON — morphologisch und pflanzengeographisch (Guadeloupe Dominica **9.** 246) eines der interessantesten Beispiele — all den übrigen Noranteen.

---

1) Eine von diesem Standpunkte aus gründliche Arbeit vollführte z. B. TSCHIRCH bei Herausgabe seiner nicht genug zu würdigenden Werke (**15.** und hierzu Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde, in Gemeinschaft mit OESTERLE, — ferner Handbuch der Pharmakognosie). Ihrer hohen Bedeutung wegen darf auch die pharmakognostische Schule eines OUDEMANS (Handleiding tot de Pharmacognosie van het Planten- en Dierenrijk etc.), „FLÜCKIGERS (dessen Pharmakognosie epochal ist für die Entwicklung der Drogenkunde" TSCHIRCH, Beob. d. Pharmakogn. Bd. I, p. 226), eines ARTHUR MEYER (Wissenschaftliche Drogenkunde I—II, 1891—92) oder PERROTS in Paris („Travaux du Laboratoire de Matière médicale") nicht unerwähnt bleiben. Den meisterhaften Untersuchungen SCHWENDENERS und HABERLANDTS über die physiol.-anatomischen Systeme, den Lehren der bisher in vier Auflagen erschienenen „Physiologischen Pflanzenanatomie" von HABERLANDT kann sich auch der Systematiker nicht verschließen, wenn er eben nicht unter dem Banne der nunmehr schon stark konservativen Traditionen steht, deren Zugkraft, da sie eben mit großen Namen (TOURNEFORT, LINNÉ, JACQUIN, DE CANDOLLE, HOOKER, ENDLICHER, BUREAU, MARTIUS usw. usw.) verknüpft sind, noch immer eine überaus große ist.

Nach Erörterung der phylogenetischen resp. anatomischen Beziehungen der *Norantea Lóczyi* gebe ich nun die morphologische Beschreibung derselben in nachfolgender Diagnose auf Grund jenes Exemplares, welches sich im Besitze des Ungarischen Nationalmuseums befindet (H_5).

Norantea Lóczyi sp. n. („*Norantea?*“ Ruyschia Mexicana in Hb. Mus. Nat. Hung. — non Baill.).

Frutex? Ramis teretibus 3—5 mm crassis, griseis, cicatricibus transversim elliptico-rotundatis, opacis, glabris, cortice non solubili vestitis, solidis; folia alterna internodiis longiora erecta, lamina ad 9.6 cm longa, 4.4 cm lata, ovato-cuneata, in $^1/_3$ superiore longitudinis laminae latissima, versus basin sensim in petiolum crassiusculum 5—6 cm longum angustata, in apice abrupte rotundato-angustata, et mucrone brevi mox deciduo munita, in margine integra paullum involuta (Tab. VIII, fig. 52), subcoriacea, fuscescentiviridis, superne nitidula, costa crassiuscula et bene prominula, nervis lateralibus tenuibus parum prominulis, ante marginem arcuatim connexis, inferioribus sub angulo magis recto assurgentibus, venis reticulatis haud inconspicuis; glandulae hypophyllae (sec. Gilg: hydathodus hypophyllus, sec. Solereder: nectarium extranuptiale) versus marginem subseriatae, minutae, 0.2—0.5 mm latae, rotundae, parum prominulae, anguste pertusae (Tab. VI, fig. 29*gl*). Inflorescentia terminalis multiflora; flores pedicellati, pedicello tenui tereti striato, 8—10 mm longo, sepala suborbicularia ad 2 mm in diametro, integra. — Nectaria non visa. Fructus subglobosus 5—6 mm in diametro glaber.

Habitat in Guatemala: Cubilgüitz. 350 m. Jul. 1904. Coll. (Flora von Guatemala, Dept. Alta Verapaz) H. von Türckheim Nr. 1030 in Hbd.

Die „Flora Brasiliensis“ (9) kennt insgesamt 15 Noranteen. Von diesen leben 10, also die meisten, in den ungeheuren tropischen Gebieten Brasiliens. Noranteen sind uns übrigens auch aus Bolivia, Peru, Ecuador und Guyana bekannt. Von all diesen Noranteen scheint auf dem Kontinente *Norantea anomala* Humboldt-Bonpland-Kunth in Nicaragua (monte de Chontales: See-

MANN n. 7, R. TATE n. 20 [255] 9. 240) am weitesten nach Norden vorzudringen, da von den neuerlich entdeckten GILG-PILGERschen Noranteen des tropischen Amerikas *N. albido-rosea* zu den Noranteen mit Librosklereïden gehört und aus Costa Rica bekannt ist.[1])

In der geographischen Verbreitung der Noranteen bedeutet dies jedenfalls eine zusammenhängende Kette, an deren nördlichstem Punkte *Norantea Lóczyi* steht, in Guatemala, in ungefähr der gleichen geographischen Breite mit den Inseln Guadeloupe und Dominica der Kleinen Antillen.

Auf diesen Inseln lebt dagegen die von dort bislang allein bekannte *Norantea*, die *N. Jussieui* TRIANA ET PLANCHON (9. 246), die gegenüber allen Noranteen eigentümlich abweichende anatomische Verhältnisse aufweist.

Demnach gelangt in der geographischen Verbreitung in der Linie Bolivia-Brasilien-Guyana die *Norantea* JUSSIEUS, — in der kontinentalen Linie Peru-Ecuador-Costa-Rica hingegen die *Norantea* LÓCZYS am weitesten nach Norden und zwar über den Äquator hinaus, doch noch immer weit vom Wendekreise des Krebses entfernt, was in dem subtropischen Habitus auch morphologisch zum Ausdruck kommt.

Gegen den Wendekreis des Krebses zu beginnt die Speciesanzahl der Marcgraviaceen rapid abzunehmen, und ich glaube, daß nur auf Grund der Daten der geographischen Verbreitung — über die man sich leicht orientieren kann — die *Norantea* LÓCZYS mit „Ruyschia Mexicana BAILL." verwechselt werden konnte, welche Benennung selbst, wie ich oben schon erörtert, einer Berichtigung bedarf (= *Souroubea exauriculata* DELPINO = Taf. VI, Fig. 31).

Schon an die 27 Jahre sind es nunmehr, daß mich LAJOS VON LÓCZY, einstmals mein Lehrmeister an der Universität zu Budapest, heute mein hochgeehrter Freund, mit dem edlen Beispiele seiner allbekannten großen Energie und seiner mich bis auf den heutigen Tag stärkenden Aneiferung unterstützt.

---

1) Costa Rica: ad ripam Rio de Las Vueltas Tucurrique. TONDUZ n. 13108. — Fruct. mense April. (31. 127.)

Lóczys wissenschaftliche Leistungen[1]) und der Dank, den ich ihm schulde, sind Grund dafür daß ich diese pflanzengeographisch hervorragend interessante *Norantea* aus Guatamala mit seinem Namen bezeichne.

---

1) Sein großes Werk über das Chinesische Reich, auf Grund dessen er einen Ruf an die geographische Lehrkanzel der Universität zu Budapest erhielt (1888), erschien im Verlage der Ungar. Wissenschaftl. Gesellschaft in ungarischer Sprache (1886).

Lóczys Hauptunternehmen gipfelt in den „Resultaten der wissenschaftlichen Erforschung des Balaton (Platten)-Sees", deren monumentale Bände durch seine großartige Redigierung die I. Physische Geographie, II. Die Biologie und III. Die Sozial- und Anthropogeographie des Bantonsees in glänzender Weise enthalten. (Erscheint auch in deutscher Sprache in Kommission der Verlagshandlung von Ed. Hölzel, Wien, IV/2, Louisengasse 5.)

III.

Norantea Zahlbruckneri Al. Richt., im Vergleich mit *Norantea cacabifera* G. Don und *Norantea microscypha* Gilg.

Mit Taf. IX—XII.

Herr Gustav Beauverd, Konservator des im Besitze des Herrn Barbey befindlichen Boissierschen Herbariums in Chambésy bei Genf, war so freundlich, mir einige Marcgraviaceen der Sammlung zu übersenden, hauptsächlich zum Studium der „Marcgravia macrocarpa", wovon ich im I. Teil der (Taf. I, Fig. 7b) vorliegenden Arbeit bereits Rechnung legte.

Ich fand unter denselben auch eine aus dem „Herb. Pavon" stammende *Norantea* mit der Bezeichnung „Fl. Huayaquil". Der dem Gebrauche des Boissierschen Herbariums zufolge in Kopie beigefügte Zettel besagt: „Sp^{s} Pentandria monogynia Cl. 13. Fl. Huayaq. Nr. 459 L. 666. *Marcgravia* Fl. Per. 1864. *Ruyschia* Jacquin" — woran sich folgende Bemerkung Gilgs schließt: „Norantea cacabiferae aff., sed nervatura diversa. — Sed nectariis deficientibus non describenda!" Das beinahe nektarienlose Exemplar besitzt nur ein einziges Blatt (Taf. IX, Fig. 57), über welches Gilg ganz richtig bemerkt, daß sich dessen Nervatur in der Tat von derjenigen der *Norantea cacabifera* unterscheidet (Taf. XI, Fig. 70); außerdem weicht dieses 13 cm lange und 5—6 cm breite Blatt durch seine beinahe doppelreihigen Drüsen an der Blattunterseite (glandulae hypophyllae subbiseriatae) ebenso, wie auch durch das dünnere Blattfleisch von jenem der *N. cacabifera* ab. Die stark hervortretende Seitennervatur bei *N. cacabifera* beschreibt auffallend parallele Bogen; man ersieht hieraus sofort, daß derselben im Leben der Pflanze eine wichtige mechanische Rolle zufällt (Taf. XI, Fig. 71 bt_{1-2}). All diese morphologischen Differenzen bedeuten zugleich anatomische.

Das bifaziale Mesophyll dieser in der BOISSIER-Sammlung konservierten *Norantea* (H_{10}) ist im großen und ganzen von derselben Struktur (Taf. IX, Fig. 59; Taf. XI, Fig. 71), wie bei *N. cacabifera* (H_{11-12}), doch wird die Lockerheit des dünneren Mesophylls dadurch erhöht, daß außer dem lakunösen Schwammparenchym auch die Palissaden nicht als dicht bezeichnet werden können, besonders wegen der oft in Gestalt ganz unverhältnismäßig großer Blasen sich nach der Reihe hineindrängenden verschleimten Epidermiszellen (Taf. IX, Fig. 59 n—n_2), unter denen die Palissadenzellen oft vollkommen verkümmern (Taf. IX, Fig. 58 und 60 n_2—p_{1-3}). Derartige Formationen sind, wenn sich eine solche zwerghafte Palissadenzelle zu einem Raphidenschlauche ausbaucht, umsomehr auffällig (Taf. X, Fig. 64 n_2—r). Es kommt vor, daß ein sich auf diese Weise gestaltender Raphidenschlauch der sich tief einbuchtenden epidermalen Schleimzellen wegen derart aussieht, als ob er schon zum Schwammparenchym gehört. Nicht selten ist auch zu beobachten, daß Raphidenschläuche des Palissaden- und Schwammparenchyms sich gegenseitig berühren (Taf. IX, Fig. 60 r); es kommt auch vor, daß die sich zum Raphidenschlauch umgestaltende Palissadenzelle scheinbar in die Schleimzelle eindringt (Taf. IX, Fig. 59 n_1—r_1). All dies weist einerseits auf den Reichtum des Blattgewebes an Raphiden hin, der auch in den Hautzellen der Blattunterseite häufig vorkommt (Taf. X, Fig. 63 r), andererseits auf eine große Manigfaltigkeit der Kombinationen, wofür nicht alle Noranteen ähnliche Beispiele liefern. So z. B. auch nicht *N. cacabifera* infolge des weniger verschleimten Hautgewebes und des dabei doch dichteren Mesophylls (Taf. XI, Fig. 71; Taf. XII, Fig. 74). Hierfür liefern auch die Bilder der Blattrandquerschnitte recht charakteristische Beispiele (Taf. IX, Fig. 58; Taf. XII, Fig. 77).

Als einzige Vertreter der hartwandigen Elemente sind nur Sklereneïdennester im Mesophyll von *N. Zahlbruckneri* wahrnehmbar, welche aber auch in dieser Kategorie nur als primitive Formen anzusprechen sind und meiner Ansicht nach jeder mechanischen Bedeutung entbehren (Taf. IX, Fig. 59 *skn*). Den mechanischen Zwecken der ausgedehnten Blattspreite dienen nur die Bastsicheln der Seitennervatur, die nur vom Leptom aus sehr

stark sind (Taf. IX, Fig. 59bt_2), während die wenigen harten Fasern auf Seiten des Hadroms im mechanischen Sinne des Wortes kaum in Rechnung kommen, was aus dem Längsschnitt der Stelen augenscheinlich zu Tage tritt (Taf. X, Fig. 64bt_1). An dieser Stelle läßt sich also die große Differenz hinsichtlich der Nervatur der beiden in Rede stehenden Noranteen konstatieren (Taf. IX, Fig. 57; Taf. XI, Fig. 70) und zwar auf Basis der anatomischen Konfiguration (Taf. XI, Fig. 71*bti—btz*).

An Schnitten, die mit der primären (d. h. lateralen) Nervatur parallel laufen, ist ersichtlich, daß das unter den (nicht zugleich im morphol.-physiol. Sinne des Wortes genommenen) „Sammelzellen" der Palissadenschichte verlaufende Sklerenchym nur phylogenetische Bedeutung besitzt, insofern es zeigt, daß eine „Stützung der Palissaden" auch bei den gegen das Hadrom zu gelegenen Faserbündeln dieser *Norantea* kaum wahrzunehmen ist, und zwar in Ermangelung dazu geeigneter (Astro- oder Libro-)Sklereïden (Taf. X, Fig. 64bt_1), wohl aber im vollen Umfange bei *N. cacabifera* zur Geltung gelangt (Taf. XI, Fig. 71bt_1; Taf. XII, Fig. 75$bt_1 = ak$). Hingegen sind die an der Leptomseite gelegenen Bastbündel gleich stark und es läßt sich zwischen den beiden ein gradueller Unterschied kaum feststellen (Taf. IX, Fig. 59bt_2; Taf. XI, Fig. 71bt_2), ebenso wie z. B. bei den entlang der Nervatur so charakteristisch ausgebildeten Kutikeln das von *N. cacabifera* (Taf. X, Fig. 69) gegebene Bild auch dem der *N. Zahlbruckneri* entspricht.

In der unteren Zone der Unterseite des Schwammparenchyms sind bei beiden Noranteen Sekretzellen mit hellgelbem Inhalte zu beobachten (Fig. cit. *vt—vt*).

Querschnitte des Blattrandes zeigen sich unter dem Mikroskop als glattrandig mit einem kaum bemerkbaren Hinüberneigen der die Epidermiszellen der Oberseite bedeckenden stärkeren, feinwarzigen Cuticula gegen die Epidermiszellen der Unterseite hin. Diese Cuticula verdünnt sich dann einige Zellen weiterhin über den Hautzellen der Blattunterseite (Taf. IX, Fig. 58$e_1—e_2$).

Mit der Dünnheit der Spreite hängt es auch zusammen, daß die Differenzierung des Mesophylls nicht unmittelbar an dem Blattrande beginnt, sondern in einer ungefähren Entfernung von acht bis zehn Zellen, wo aber die dort eben beginnenden Palissaden-

zellen durch die umfangreichen verschleimten Hautzellen sogleich unterdrückt werden (Taf. IX, Fig. 58 n_2—p_{1-2-3}).

Die Flächenansicht der Oberhaut gleicht eigentlich der von *N. gracilis* (Taf. VII, Fig. 46). Zwischen den ziemlich glatten und dünnen, nur hier und da mit kleinwarziger Cuticula bedeckten Hautzellen der Blattunterseite befinden sich die Spaltöffnungen, oftmals paarweise nebeneinander und genau im Niveau der Hautzellen gelegen (Taf. IX, Figg. 59, 61; Taf. X, Fig. 64 *s*—*s*), so daß sich keine Spur jener eigenartigen Versenkung des Spaltöffnungsapparates findet, welche die *N. cacabifera* von allen übrigen bislang bekannten Arten der Noranteen auch spezifisch unterscheidet (Taf. XII, Figg. 74, 75, 76, 77 *s*—*s*—*kl*), — was soweit geht, daß eine phylogenetische Nebeneinanderstellung dieser beiden Noranteen zunächst sogar gewagt erscheinen könnte, im Hinblick auf die Abweichung in der Struktur der Spaltöffnungen.

Betrachtet man jedoch die Spaltöffnungen von *N. Zahlbruckneri* unter stärkeren Vergrößerungen, so kann der Aufmerksamkeit außer der Höckerbildung der cuticularen Leisten der Schließzellen (Taf. IX, Fig. 61 *d*—*d*) hauptsächlich die Höckerbildung der sich unmittelbar berührenden „Nebenzellen" der einander folgenden Spaltöffnungen nicht entgehen (Fig. cit. m_1—m_2—d_2), denn dies ist eine Erscheinung, die, wie gering sie auch erscheinen möge, nebenbei für eine nähere Beziehung der beiden Noranteen spricht.

Entwickelt man nämlich diese Höckerbildung der in Rede stehenden Nebenzellen der Spaltöffnungen in der Theorie weiter (Taf. IX, Fig. m_1—m_2—d_2), so ist es leicht, sich vorzustellen, daß mit dem gesteigerten Wachstum der mit d_2 bezeichneten Höcker jene äußeren Atemhöhlen (resp. Lufträume) entstehen, in deren Vertiefung wir die Schließzellen unverändert erblicken (Taf. XII, Fig. 76 m_{1-2}—*kl*) und zwar in eben derselben Reihenfolge der Hautzellen (Fig. cit. e_2—z_1), wie bei *N. Zahlbruckneri* (Taf. IX, Fig. 61 *z*—e_2).

Was das Verhältnis der beiden zu einander betrifft, so hat den Vorzug der weiter fortgeschrittenen Entwicklung die *N. cacabifera*, welche Behauptung ich mit der gleichfalls auch phylogenetisch bedeutungsvollen Sklereïdenbildung bekräftigen kann (Taf. XI, Fig. 71 *askk*).

Trotzdem ist es verständlich, daß das Bild der unteren Epidermis von *N. Zahlbruckneri* von oben betrachtet ein ganz anderes ist (Taf. X, Fig. 63), als wie bei *N. cacabifera*, und zwar wegen der Abweichungen im Niveau der die Spaltöffnungen umgebenden Epidermis(Neben)-zellen der Spaltöffnungen, resp. im Netze der scharf eingestellten Hautzellen von *N. cacabifera* verdunkeln sich im Sehfelde des Mikroskops die tiefliegenden Spaltöffnungsapparate (Taf. XIII, Fig. 78).

Bislang ist als gemeinsames Vaterland beider Noranteen Guayaquil (Huayaquil) bekannt, und eben deswegen verrichte ich wohl kaum eine unnütze Arbeit, wenn ich die anatomischen Eigenschaften von *N. cacabifera* näher erörtere.

Noranteä cacabifera G. Don (H_{11-12}).

Diese *Norantea* gehört zu jenen Noranteen, deren anatomisches Verhalten ein eigenartiges ist. Obwohl ihre Blätter sehr groß und lederartig sind (Taf. XI, Fig. 70), fand ich in der Palissadenschicht des bifazialen Mesophylls keine Spur von Sklereïden.

Mit dem Berliner Exemplar von Pavon steht in voller Übereinstimmung das Boissiersche — dessen größtes Blatt 17 cm lang und 7.2 cm breit ist —, selbstverständlich auch anatomisch.

Die Blätter dieser Noranteen gehören, trotz ihrer großen Dimensionen, in die Kategorie der weniger fleischigen Blätter. Die Palissadenschichte beträgt durchschnittlich ein Drittel des Mesophylls; die mechanische Befestigung (resp. Straffheit) wird in erster Reihe durch die beiderseitigen Bastsicheln der Seitennervatur bewirkt (Taf. XI, Fig. 71 bt_1—bt_2), deren Passivität hauptsächlich durch die obere Cuticula, deren Biegungsfestigkeit wahrscheinlich durch Dürre verursacht und bloß für das trockene Blatt charakteristische Spaltungen (Taf. X, Fig. 69 *s*) in der lebenden Pflanze nicht beeinträchtigt wird, — gesteigert ist.

Neben dem üblichen Auftreten der Raphidenschläuche bei den Marcgraviaceen ist auffallend, daß im Schwammparenchym Sklereïden durchweg fehlen, nur hier und dort lassen sich verkümmerte Formen von Sklereïdennestern, zuweilen in Gruppen, beobachten, mit der Tendenz der Palissadenunterstützung (Taf. XI, Fig. 73 *skn*). Für das Primitive dieser Bildungen spricht auch die netzartige Verdickung der Zellwände, die ich gelegentlich der

Untersuchungen des BOISSIERschen Exemplares (H_{12}) beobachten konnte. Es ist nur ein blinder Zufall, daß ich neben der primären Ader im Querschnitte gleichzeitig einen solchen Sklereïden fand, der — gleichsam als Astrosklereïdanlage, für eine weitere Entwicklungsstufe des oben angegebenen Sklereïdennestes anzusehen ist (Taf. XI, Fig. 71 *askk*).

Bei einem der sich in allen Richtungen zeigenden kleinen Ausläufer zeigt sich bereits die Tendenz zur Palissadenunterspreizung, bei der — wie bekannt — die vollkommen ausgebildeten Sklereïdgebilde eine erstklassige Rolle spielen.

Eine entwickeltere Form als diese, wenigstens hinsichtlich der starken Verdickung der Zellwände, zeigt Fig. 72 *sk* auf Taf. XI, auf welche ich gelegentlich der Untersuchungen der Korkwucherungen an den Blättern der BOISSIERschen *N. cacabifera* zufällig stieß; der Zentralkörper bietet das Bild eines typischen Brachysklereïden (Fig. cit. *br*). Gelegentlich eines anderen Falles ähnlicher Untersuchungen den Astrosklereïdencharakter, mit der gabeligen Abweichung der Wurzelausläufer, beweist den noch besser das in Fig. 68 *sk* auf Taf. X gegebene Beispiel. In beiden Fällen fand ich diese Sklereïden, sowie die auf Taf. XI, Fig. 71 *askh* vorgeführte Astrosklereïdanlage, in der Umgebung der Stelen. Es erübrigt sich wohl kaum zu erwähnen, daß, so wertvoll als diese harten Zellen phylogenetisch sind, sie in mechanischer Beziehung, schon wegen ihrer Seltenheit, nur wenig Bedeutung haben.

Mit der Rarität dieser Gebilde hängt es zusammen, daß das Bild des Mesophylls in *i*-Richtung der Querschnitte das gleiche ist. Als Ersatz mit umso bedeutungsvollerem mechanischen Wirkungskreis gelangen für die durchweg fehlenden Sklereïden die oberen Bastbündel der Stelen zur Geltung (Taf. XII, Fig. 75 bt_1–bt_2). Von diesen fällt den oberen dieselbe mechanische Aufgabe zu, wie dem oberen Kabel z. B. bei *N. macroscypha*, welches aus den unter den Palissaden befindlichen Ausläufern der palissadenständigen Sklereïden und aus unter den Palissaden befindlichen Librosklereïden gebildet wird (Taf. IV, Fig. 20 *fk*). Den sogenannten unteren Kabelstrang der Librosklereïden hingegen ersetzt in reichem Maße das kräftig entwickelte gegen das Leptom hin gelegene Bastbündel (Taf. IV, Fig. 20 *ak* resp. Taf. XII, Fig. 75 $bt_2 = ak$).

Am charakteristischsten indessen ist in den Blättern von *N. cacabifera* die Lage der Spaltöffnungen und die Ausgestaltung der sie umgebenden Hautzellen.

Betrachten wir diese entweder in der Schnittrichtung *x* oder *i*, dann erblickt man plötzlich ein derartig bizzares Gemisch einander folgender Epidermiszellen der Blattunterseite, daß man selbst bei sehr guten Schnitten einer längeren Betrachtung bedarf, um zwischen den Spaltöffnungen, den Schließ-, Neben- und sonstigen Zellen entsprechende Klarheit zu gewinnen, da es vorkommen kann, daß auch die Spaltöffnungen unmittelbar aufeinander folgen (Taf. XII, Fig. 74—75 e_2—e_2).

Die im Verhältnis zu *N. Zahlbruckneri* (Taf. X, Fig. 63) bedeutend größere Häufigkeit der Spaltöffnungen fällt hauptsächlich bei einem Überblick der Oberhaut der Unterseite in ihrer Flächenansicht ins Auge (Taf. XIII, Fig. 78).

Als „Nebenzellen" der Spaltöffnungen sind fast alle Hautzellen in Anspruch genommen, so zwar, daß die sich sonach gestaltenden „Höfe" der Spaltöffnungen in den meisten Fällen, durch Eliminierung der „eigentlichen (nicht als ‚Nebenzellen' funktionierenden) Hautzellen", unmittelbar miteinander in Berührung stehen (Taf. XIII, Fig. 78 1-5, 1-4). An der Topographie dieser Einrichtungen ändern die Stolen nichts: oberhalb resp. unterhalb derselben ist das Bild des Hautgewebes ziemlich das gleiche (Fig. cit. 78 *st*).

Wie denn auch der in der *i*-Richtung genommene Querschnitt der Spreite, der das Stoma in der Quere und auch in der Länge treffen kann, auf eine zerstreute, also aller Orientierung entbehrende Anordnung hindeutet (Taf. XII, Fig. 74—75 *s*—*s*—e_2).

Die Schließzellen entsprechen sonst, hauptsächlich durch ihre hinter den kutikularen Leisten befindliche „Furchenbildung", dem sogenannten *Marcgravia*-Typus (Taf. XII, Fig. 76—77 z_1—z_1).

Einerseits führt allein die über den Schließzellen befindliche kutikulare Ausstülpung der „Nebenzellen" zur Bildung der äußeren Atemhöhle (Luftkammer); andererseits ist dies jene charakteristische Gestaltung, wodurch man *N. cacabifera* auch taxonomisch sofort von allen anderen Noranteen unterscheiden kann (Taf. XII, Fig. 74—77 *kl*-*kl*).

Da die kutikularen Ausstülpungen der sogenannten „Nebenzellen" die äußeren Atemhöhlen umgrenzen, wird hierdurch die

physiologische Arbeit der innerhalb derselben liegenden Kutikularleisten der Schließzellen einigermaßen unterstützt (Taf. XII, Fig. 76 c_2—c_2—zc). In der Flächenansicht der Blattunterseite erscheinen die äußeren Atemhöhlen als unregelmäßige rundliche Hohlräume, in deren basalem Teile sich die verschwommenen Umrißlinien der Spaltöffnungen zeigen (Taf. XIII, Fig. 78). Bei tieferem Einstellen des Mikroskops tritt in scharfen Umrissen der gewöhnliche *Norantea*- (resp. Marcgraviaceen-)Typus der Spaltöffnungen mit vier bis fünf, seltener sechs Nebenzellen hervor (Fig. cit. 1–4, 1–5). All dies ist vom Standpunkte der praktischen Systematik derart charakteristisch, daß ein rasch angefertigter Flächenschnitt sich zur Bestimmung dieser *Norantea* resp. zur Unterscheidung von allen übrigen Noranteen eignet.

Wenn auch nicht in solchem Maße, so zeigt dennoch auch die Oberhaut der Oberseite an ihrer Oberfläche zufolge der trüben Höfe der verschleimten Zellen ein ziemlich auffallendes Bild. Es kommt vor, daß die normalen Hautzellen die verschleimten, welche kleiner (Taf. X, Fig. 66) oder größer sein können (Fig. 67), förmlich umkränzen. Sonst sind die Oberhautzellen in ihrer Größe ziemlich verschieden (Fig. 65). In den Zellen beider Epidermen habe ich keine Raphiden beobachtet, so viel mehr jedoch in den Hautzellen der Blattunterseite von *N. Zahlbruckneri* (Taf. X, Fig. 63 r—r).

Die morphologischen Eigenheiten der *N. Zahlbruckneri* fasse ich nach dem Boissier-Barbeyschen Exemplare (H_{10}) in der folgenden Diagnose zusammen:

Norantea Zahlbruckneri sp. n.
(Nor. cacabiferae aff. Gilg ms. in Hbb.

Frutex? Folium unicum (Tab. IX, Fig. 57) obovatum, versus basin sensim angustatum, 12.7 cm longum, 5.6 cm latum, in petiolum usque 10 mm longum superne canaliculatum abiens, in apice rotundatum, in margine integerrimum et passim angustissime incurvum membranaceum utrinque glaberrimum superne obscure viride subtus cupreofuscescens, costa crassiuscula prominula, nervis primariis in pagina infera prominulis tenuibus, subflexuosis, nervis superioribus ante marginem arcuatim connatis, venis reticulatis;

inflorescentia unica terminalis elongata 31 cm longa, rhachide in parte inferiore 5—6 mm crassa et versus apicem sat abrupte extenuata glaberrima tereti, multiflora; flores sessiles ± distantes; nectarium pedicellatum, pedicello applanato inferne excavato ad 2 mm longo et ad 0.7 mm lato, subsemigloboso, parum latius quam altum, integrum, excavatum; sepala suborbicularia integra, in margine anguste scariosa circa 1 mm in diametro; petala suborbicularia ad basin brevissime connata ca. 1 mm in diametro, persistentia; fructus sessilis globoso-ovalis, glaber, stigmate brevissimo obtuso coronatus.

Norantea cacabifera G. DON differt foliis maioribus subcoriaceis mucronatis, nervatura alia et nectariis omnino aliter formatis.

Habitat prope Guayaquil: PAVON.

Das PAVONsche Originalexemplar dieser *Norantea* aus Ecuador ist eigentlich ein historisch interessantes Beispiel aus den klassischen Zeiten der alten Botaniker, dessen Erhaltung für die Wissenschaft zugleich ein Andenken meiner für DR. ALEXANDER ZAHLBRUCKNER seit langer Zeit empfundenen Freundschaft ist, der als Leiter der Botanischen Abteilung des Naturhistorischen Hofmuseums in Wien mit seiner altbekannten Zuvorkommenheit auch die wissenschaftliche Forschung ungarischer Botaniker wesentlich erleichterte.

Nach Flora Brasiliensis (**9.** 258) ist aus Ecuador eine einzige *Norantea* bekannt und zwar die aus der Gegend von Guayaquil stammende *N. cacabifera* G. DON, bezüglich welcher WITTMACK treffend bemerkt „Bracteis pyriformibus, foliis maximis, superne nervis secundariis et nervo marginali valde prominentibus insignis" (**9.** 241).

Diese geringste Specieszahl wurde durch die Mitteilungen des Berliner Botanikers Prof. Dr. E. GILG nur für Ecuador plötzlich auf drei erhöht. Eine derselben, *N. microscypha* GILG (**21.** 32), beruht eigentlich auf richtigerer Erkennung einer alten SPRUCEschen (Nr. 6020) Pflanze (Ecuador: Lucumas), welche durch WITTMACK nur als „forma junior" der *N. anomala* HBK betrachtet wurde (**9.** 240).

Die beiden anderen Noranteen GILGS, namentlich *N. Sodiroi* und die ebenfalls aus Ecuador stammende *N. gigantophylla* (**32.** 14), sind für die Anden Ecuadors derart charakteristische und auch

morphologisch von *N. Zahlbruckneri* dermaßen abweichende Arten, daß eine Erörterung ihrer anatomischen Eigentümlichkeiten an dieser Stelle ganz überflüssig ist. *N. Sodiroi* bringt GILG mit *N. macroscypha* in Verbindung, bekanntlich einer der Typen für Noranteen mit Librosklereïden (Taf. I, Fig. 7; Taf. II, Fig. 9). *N. gigantophylla* hingegen steht — abgesehen von der bereits im Namen zum Ausdruck gelangenden Blattgröße — durch die ebenfalls „gigantischen" Maße ihrer Sklereïden unter all den bisher bekannten Noranteen einzig da. Auf diese Weise könnte — das Fehlen der Sklereïden im Mesophyll vor Augen gehalten — nur *N. microscypha* anatomisch in einige Beziehung zu *N. Zahlbruckneri* gebracht werden, da diese *Norantea* GILGS zu den kleinblättrigen Noranteen und morphologisch in eine ganz andere Kategorie als *N. cacabifera* gehört (**21.** 32).

Eine weitere anatomische Erörterung der zu ihr in mancher Hinsicht in Beziehung stehenden *N. anomala* HBK, ebenso der verkannten *N. aurantiaca* SPRUCE und der bislang durch die Herbarien publizierten *N. droseriformis* RUSBY (sol. nom. in **21.** 32) kann jetzt nicht Gegenstand meiner Aufgabe sein. Die letzteren sind Noranteen aus der Gegend des Amazonenstromes in Brasilien resp. aus Bolivia.

Ich will nur bemerken, daß *N. microscypha*, deren 7—11 cm lange und 3.5—5.5 cm breite Blätter in beiden Schnittrichtungen der Blattspreite dasselbe Bild zeigen, in anatomischer Hinsicht eine der einfach gebauten Noranteen ist. Die harten Zellen werden im Mesophyll nur durch Sklereïdennester vertreten mit der sich auch hier zeigenden Tendenz zur Palissadenunterspreizung (Taf. XIII, Fig. 79 *skn*). Diese Sklereïdennester sind häufig, hauptsächlich in der mittleren Zone des Mesophylls, und zieht man in Betracht, daß man in allen beiden Schnittrichtungen der Spreite auch solche zu beobachten vermag, die tangential gestreckt sind (Taf. XIII, Fig. 79—80 skn_1), die Spreite außerdem nicht eben umfangreich ist, so kann diesen einige mechanische Bedeutung zugesprochen werden. Ihre diesbezügliche Rolle wird naturgemäß durch das gegen das Leptom zu gelegene Hartbastbündel der Seitennervatur ergänzt (Taf. XIII, Fig. 80 bt_2).

Durch das anatomische Verhalten der Sklereïdennester der

obengenannten Noranteen werden auch *N. oxystylis* BAILL., *N. japurensis* MART., ja sogar *N. brasiliensis* CHOISY in diese Gruppe gezogen, zum Zeichen dessen, daß die mechanische, ebenso die phylogenetisch-taxonomisch Bedeutung der echten (Astro-, Libro- usw.) Sklereïden bei den übrigen *Norantea*-Artenauch größer ist (*N. peduncularis*-Gruppe, *N. Jussieui*).

Mit *Norantea Zahlbruckneri* erhöht sich die Specieszahl der aus Ecuador bekannten Noranteen auf fünf, damit die in „Fl. Brasiliensis" enthaltene Specieszahl der aus Peru stammenden Noranteen übersteigend (3 sec. **9.** 258). Doch wurden infolge neuerer Forschungen auch aus Peru mehrere neue Noranteen bekannt (*N. macroscypha*: **21.** 31—32; *N. Uleana*: **29.** 155; *N. Pardoana, sandiensis, haematoscypha, magnifica*: **31.** 125 et seq., *N. Eötvösorum*: I. Kapit. dieser Abhandlung), sodaß wir aus der bisherigen Entwicklung der entdeckenden Forschungen sicher zu folgern vermögen, daß eine botanische Expedition nach Ecuador die Familie der Marcgraviaceen um mehrere schöne Arten vermehren würde.

Von den Noranteen kennen wir nach den verläßlichen Daten **9**, **21**, **29** und **31** bisher insgesamt 27 Arten gut; hierzu wären dann noch die drei neuen Noranteen vorliegender Studien hinzuzurechnen. Demnach vermehrte sich seit der am 1. Dezember 1878 erfolgten Publizierung der grundlegenden Arbeit WITTMACKS über Marcgraviaceen (**9**) die bekannte Specieszahl um das Doppelte.

Diese Kenntnis ist indessen ausschließlich morphologischen Charakters.

Hingegen sind die vergleichend-anatomischen Daten des gesamten hier erörterten *Norantea*-Materials, und zwar im Sinne der Einleitung dieser Studien, durchwegs neu; diese wurden diesmal, den phylogenetischen Anforderungen gemäß, nur mit der neu aufgestellten *Norantea*-Arten in Beziehung gebracht.

IV.

Souroubea Gilgi AL. RICHT., im Vergleich mit *Souroubea lepidota* (MIQU.) AL. RICHT., *S. exauriculata* DELPINO und *S. dasystachya* GILG ined.

Taf. XIII—XIV.

Der sich an die Traditionen der Gen. Plantarum von BENTHAM-HOOKER (**3.** I. 181) haltende Kew-Index vereinigt die AUBLETsche Gattung *Souroubea* (Guiana) mit der *Ruyschia* von JACQUIN (Sel. Stirp. Amer. Hist. 75. t. 51. f. 2). In den vorangehenden Kapiteln war davon die Rede, daß die Trennung der beiden Gattungen einer richtigeren systematischen Auffassung entsprechen würde (**9.** 247, 250; **18.** 162, 164). Der Fruchtknoten von *Ruyschia*, von der wir insgesamt drei gute Arten kennen (*R. clusiaefolia* JACQ., *R. sphaeradenia* DELP., **9.** 248—49; *R. platyadenia* GILG, **21.** 34—35), ist zweifächerig; was in der Literatur sonst noch unter dem Namen *Ruyschia* vorhanden, gehört zu der einen 4—6fächerigen Fruchtknoten besitzenden Gattung *Souroubea*. Die sicher hierher gehörende Speciesszahl beziffert WITTMACK nur auf vier (**9.** 257), indem er der *S. guianensis* AUBLET eine ganze Menge MARTIUS-, MIQUEL- und WILLDENOWscher Arten zugesellt (BENTHAM und TRIANA-PLANCHON an dieser Stelle nicht gerechnet), obwohl die genannten Autoren durchaus keine Liebhaber der sogenannten „kleinen Arten" waren. Es ist nicht wahrscheinlich, daß nur allein eine einzige *Souroubea*-Art in Form von „Varietäten" s. str. auf einem solch ungeheuren Gebiete auftritt, welches das ganze tropische und subtropische Amerika in sich schließt, einschließlich Brasilien, Peru, Guiana bis Nicaragua.

In meiner größeren, über die isomorphen Marcgraviaceen handelnden Arbeit versuche ich auf Grund der vergleichenden Anatomie diese Frage zu klären und erwähne an dieser Stelle nur, daß *Souroubea* auch bei SZYSZYŁOWICZ, offenbar WITTMACK folgend, nur mit vier Arten figuriert. (*S. guianensis* AUBL. verbreitet von Nicaragua bis Peru und Brasilien; *S. crassipes* [TRIANA

ET PLANCHON] WITTM., Kolumbien bis Peru; *S. exauriculata* DELPINO, Mexiko; *S. pilophora* [TRIANA-PLANCHON] WITTM., Kolumbien; **18.** 164).

Die Speciessystematik der Souroubeen vermehrte der Berliner Botaniker GILG, wie im allgemeinen die der Marcgraviaceen, beträchtlich und mit auffallend schönen Arten, welche mit einer Ausnahme (und dies ist die uns pflanzengeographisch von nun an näher interessierende S. sympetala GILG aus Panama (**21.** 32 bis 33) = *S. lepidota* [MIQU. Stirp. Surin. 94. t. 27 et in Tijdschr. v. Nat. Gesch. en Phys. 1843. X. 83 et in Linnaea XVIII. 235 sub *Ruyschia*] AL. RICHT.) sonst alle aus dem an Marcgraviaceen reichen Peru bekannt wurden (*S. pachyphylla*; *S. didyma* pro sp., **21.** 32—34; *S. suaveolens* **31.** 168).

Mit Zuhilfenahme des Kew-Index und der jetzt möglichen Kritik läßt sich die Artenzahl von *Souroubea* auf 13 schätzen, worin jedoch BENTHAMS „Ruyschia (Souroubea?) subsessilis" nicht eingerechnet ist, eine auf jeden Fall zweifelhafte Marcgraviacee, die nach WITTMACK wahrscheinlich eine aus Panama stammende *Norantea* darstellt (**9.** 248).

Von all diesen stammt indessen keine einzige aus Guatemala. Meines Wissens ist bisher von dort keine *Souroubea* bekannt.

Bei meinen Marcgraviaceenstudien konnte die unter „Herb. Guatemalens. Nr. 917" herausgegebene *Souroubea* von GUST. BERNOULLI aus der Gegend von Yzabal (Aug. 1870) umsomehr mein Interesse erwecken, als diese in der pflanzengeographischen Kette zwischen den bis Nicaragua hinaufdringenden Souroubeen (**9.** 253: area geogr. sub *S. guian.*) und andererseits der die Pflanzenwelt der mexikanischen Cordilleren charakterisierenden *S. exauriculata* DELPINO (syn. Ruyschia mexicana BAILL. **7.** 241, **9.** 256) das fehlende Glied herstellen würde. *S. exauriculata* ist nämlich unter allen bekannten Marcgraviaceen die einzige, die in bezug auf die geographische Verbreitung der Marcgraviaceen am höchsten nach Norden hinaufkommt.

Die Bestimmung der Guatemalaër *Souroubea* erleichterte der Umstand, daß ihre Blätter (Taf. XIII, Fig. 81) nicht lederartig, sondern ausgesprochen papierdünn sind, dem vollkommen der Mangel an Sklereïden im Mesophyll entspricht (Taf. XIV,

Fig. 86—88). Gleicher Art ist das Verhalten der Blätter der mexikanischen *S. exauriculata* (Taf. VI, Fig. 31; Taf. VII, Fig. 40, H_7) und jener der von der ULEschen Amazonasexpedition herrührenden (bisher noch nicht publizierten) *S. dasystachya* GILG ined. (Taf. VI, Fig. 33; Taf. VII, Fig. 43, H_8), die morphologisch durchaus anderen Zuschnitt zeigen, jedoch in gleicher Weise dünnfleischig sind, während diejenigen der aus Guatemala stammenden *Souroubea* — von jetzt ab mit *Souroubea Gilgi* m. bezeichnet — auch größer sind (Taf. XIII, Fig. 81; H_{14}).

Die Blattspreiten mögen nun von kleinerem (Taf. VI, Fig. 33) oder von größerem Umfange sein (Taf. VI, Fig. 31; Taf. XIII, Fig. 81), darin jedoch stimmen sie überein, daß die im schmalen und bifazialen Mesophyll fehlenden Sklereïden im mechanischen Sinne des Wortes durch die das Leptom zu bedeckenden Hartbastbündel der Seitennervatur ersetzt werden (Taf. VII, Fig. 43; Taf. XIV, Fig. 86 *bt—bt*). Im Verlaufe dieser Erörterungen fällt S. sympetala = *lepidota* dadurch aus, daß diese wiederum ausgesprochen zu den mit Sklereïden versehen Souroubeen gehört.

Die im Blatte von *S. dasystachya* scharf hervortretende Nervatur kann als Typus dafür gelten, was mit „fol. penninervibus, nervis lateralibus supra subtusque manifeste prominentibus numerosis, in angulo 50° a costa abeuntibus“ in der s. Z. zu publizierenden Diagnose bezeichnet werden könnte.

Zwischen dem Mesophyll von *S. dasystachya* und *S. Gilgi* findet sich kein ins Gewicht fallender anatomischer Unterschied (Taf. VII, Fig. 43; Taf. XIV, Fig. 86). Das spätere Auftreten der Palissaden im Blattrand, was im allgemeinen die dünnfleischigen Blätter kennzeichnet, ist bei beiden gleich (Taf. XIV, Fig. 88 p_1). Die weitere Besprechung der Blattstruktur dient allein der Ergänzung der weiter unten zu gebenden Diagnose.

Die Seitennervatur gehört in jene Kategorie der Nervatur, die in der taxonomischen Anatomie mit dem Worte „eingebettet“ bezeichnet zu werden pflegt (**22.** 918). Nur das gegen das Leptom zu gelegene Hartbastbündel dieser Nervatur sichert der Blattspreite, welche zwischen 11 cm lg. — 3.8 cm brt., 13 cm lg. — 5 cm brt., 13.5 cm lg. — 5.2 cm brt., 14 cm lg. — 5.1 cm brt. wechselt, die nötige Festigkeit (Taf. XIV, Fig. 86, 88, 91 *bt—bt*).

Die Cuticula beider Hautsysteme ist dünn, die Größe der Epidermiszellen im Verhältnisse zum Mesophyll auffallend (Taf. XIV, Fig. 86—88 e_1—e_2; Fig. 90—91 e_2), was sich sogar von den gegen die Nervatur zu gelegenen Hautzellen sagen läßt (Fig. 86 e_1) und noch bedeutend durch die Häufigkeit der beiderseits tief in das Mesophyll eindringenden Schleimzellen gesteigert wird (= epidermis mucigera, Figg. cit. *n*—*n*).

Die Palissadenzellen von *S. Gilgi* sind im Vergleiche zu denjenigen von *S. dasystachya* bei gleicher Länge breiter (Taf. XIV, Fig. 87 *p*). Außer Raphidenschläuchen im Mesophyll beobachtete ich unter der Palissadenschichte auch Styloïdenschläuche (Taf. XIV, Fig. 86—87 *sd*—*sd*), in der Reihe der Palissadenzellen außergewöhnlich weite Raphidenschläuche (Taf. XIV, Fig. 86, 88 *r*—*r*), wie sonst nur bei der einen oder anderen *Norantea* (Taf. VIII, Fig. 49 r_1; Taf. X, Fig. 64 *r*—*r*); hingegen fand ich in der Epidermis niemals Raphiden (Taf. XIII, Fig. 82; Taf. XIV, Fig. 89). Das Querschnittsbild der Spaltöffnungen (Taf. XIV, Fig. 90 *s*) stimmt vollkommen mit dem Marcgraviaceentypus überein, sie sind auf gleichem Niveau mit der Epidermis, sonst mit häufiger Reduplikation (Taf. XIV, Fig. 86 s_{1-2}). Es zeugt für die außergewöhnliche Häufigkeit der Spaltöffnungen, daß wir sie auch unter der Nervatur dort finden zusammen mit Schleimzellen (Taf. XIV, Fig. 91 *s*-*s*, *n*-*n*), gleichwie an jeder beliebigen anderen Stelle der Blattunterseite, indem die Nervatur keinerlei Einfluß auf die Ausgestaltung des Hautsystems der Unterseite ausübt. Die dünne Cuticula läßt auch das ganze Adernetz unter dem ganzen Hautsystem ungetrübt hervortreten (Taf. XIV, Fig. 89 *st*). Die Flächenansicht eines Spaltöffnungsapparates ist beispielsweise im Vergleiche zu einem solchen von *Norantea Lóczyi* (Taf. VIII, Fig. 56) auch bedeutend einfacher, etwa wie bei *N. Zahlbruckneri* (Taf. IX, Fig. 62), nur größer (Taf. XIII, Fig. 84). Dieser hat seine eigene große physiologische Bedeutung, das an Interzellularen reiche und dünn Mesophyll der umfangreichen Blattspreiten und die große Zahl der Spaltöffnungen auf der Blattunterseite in Betracht gezogen (Taf. XIV, Fig. 89). Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß diese *Souroubea* auf eine von Wasserdämpfen gesättigte Atmosphäre angewiesen ist und mit dem Abnehmen des Optimums der dunst-

gesättigten Luft offensichtlich auch die Widerstandsfähigkeit der Blätter leidet.

Hiervon weicht auch die Blattunterseite der *S. dasystachya* einschließlich ihrer Spaltöffnungen im allgemeinen nicht ab, denn der Umstand, daß die Zahl der „Nebenzellen" der eventuell nebeneinander zu liegen kommenden Spaltöffnungen sechs betragen kann (Taf. VII, Fig. 41), bildet ebenso, wie die von mir bei *S. Gilgi* vorgefundenen drei Nebenzellen anstatt der normalen vier, eine Ausnahmeerscheinung (Taf. XIV, Fig. 89). Die Ausgestaltung der Epidermiszellen in Betracht gezogen, kann zwischen der Haut der Ober- und Unterseite kaum ein Unterschied gemacht werden, höchstens insoweit, als die Epidermiszellen der Oberseite streng geradwandig sind (Taf. XIII, Fig. 83 resp. 82). Auch die letzteren werden von der Nervatur nicht beeinflußt.

Die Anastomosen des Blattadernetzes dringen bis zum Blattrande und es dominieren auch hier noch die mechanischen Elemente der auf etliche Elemente reduzierten Stelen (Taf. XIV, Fig. 88*bt*). Die überall dünne Cuticula der Blattspreite biegt sich am Blattrande dicker werdend ein kurzes Stück gegen die Blattunterseite hin, wobei sich auch der Blattrand einigermaßen einbiegt (Taf. XIV, Fig. 88 e_1—e_2—x).

Zwischen diesen typischen Souroubeen einander fernliegender Erdteile (Amazonas, Rio Branco, Guatemala, Yzabal) ist die anatomische Affinität ebenso groß, als die morphologische Abweichung zwischen beiden; hiervon überzeugt uns sofort die vollkommen abweichende Nervatur der Blätter (Taf. VI, Fig. 33; Taf. XIII, Fig. 81).

Die Zusammenfassung der sonstigen morphologischen Eigentümlichkeiten gebe ich in nachstehender Diagnose:

Souroubea Gilgi sp. n.

Frutex? Ramis teretibus, 4—5 mm crassis in sicco ochraceo-griseis, cortice non solubili, cicatricibus maiusculis rotundatisque. Folia alterna, internodiis multum longiora, brevissime petiolata subsessilia; lamina ovato-elliptica, plana, 106—134—135*—137 cm longa, —, 5.1—5.2*—5.1 cm lata (*= Tab. XIII, Fig. 81), versus basin cuneata, ad apicem acutata et breviter calloso-mucronata, in margine integerrima utrinque glaberrima, superne lucido-

viridis, subtus paullum pallidior, chartacea, costa crassiuscula imprimis inferne prominula, nervis lateralibus parum conspicuis sub angulo acuto assurgentibus, ante marginem laminae furcatis et connexis, venis haud conspicuis; glandulis hypophyllis irregulariter dispositis, parvis, 0.5—0.7 mm latis, pezizaeformibus subochraceis (Tab. XIII, Fig. 81 *gl*). Racemus terminalis verosimiliter laxiflorus, pedicellis 12—17 mm longis glaberrimis striatulis sat angustis 1—1.2 mm crassis, versus calycem parum latioribus; nectariis anguste scyphiformibus 10—12 mm longis ad basin subglobosis, dein fere cylindricis, ad verticem parum latioribus bipartitis, calcare divaricatim recurvato, rotundato-obtiusculo excavato, 5—6 mm longo, 3—4 mm lato; sepala imbricata, late rotunda, coriacea, 2—3 mm lata et parum breviora.

Diese *Souroubea*, deren Originalexemplar in der Sammlung des Berliner Botanischen Museums aufbewahrt wird (H_{14}), benenne ich nach dem Berliner Botaniker Professor Dr. Ernst Gilg einem der hervorragendsten Gelehrten des Berliner Botanischen Museums. Gilg hat sich auf dem Gebiete der Species-Systematik der Marcgraviaceen besonders verdient gemacht (**21. 31. 32**). Zum anderen möchte ich hiermit meinem, dem unter der Leitung des Professors Engler großartig emporgeblühten Berliner Botanischen Museum schuldigen Dank Ausdruck verleihen, an welcher Stelle meine Bestrebungen jederzeit das allerliberalste Verständnis fanden, wo ich, ständig die Freundschaft des gelehrten Beamtenkreises genießend, mehrmals und stets ungestört meinen Forschungen obliegen konnte. Ohne die liebenswürdige Unterstützung der Berliner wären meine Marcgraviaceenstudien überhaupt nicht vollständig.

Inmitten der vernichtenden Stürme des Weltkrieges sandte man mir auf meine Bitte hin sämtliche Marcgraviaceentypen einer weltberühmten Sammlung nach Wien und Preßburg, wo mir teils in der botanischen Abteilung des Wiener Hofmuseums, teils im Botanischen Laboratorium des Professors Wettstein das Glück zuteil wurde, auch diese Studien beendigen und veröffentlichen zu können.

(Vorgelegt am 18. Oktober 1915 in der Sitzung der Mathem.-Naturw. Klasse der Ung. Akademie der Wissenschaften.)

V.

Zitierte Literatur.

(Die fortlaufenden Zahlen entsprechen den zwischen Klammern fettgedruckten des Textes, wo die nachfolgenden die Seitenzahl bedeuten).

1. Don, G., A General System of Gardening and Botany. London, 1831. Vol. I.

2. Triana et Planchon, Prodromus Florae Novo-Granatensis, ou Énumération des Plantes de la Nouvelle-Grenade. — Ann. Sc. Natur. Sér. IV. Tome XVII. 1862. p. 319.

3. Bentham et Hooker, Genera Plantarum. Vol. I—III. London 1862 bis 1883.

4. Delpino, F., Rivista monografica della famiglia delle marcgraviacee precipualmente sotto l'aspetto della biologia ossia delle relazioni di vita esteriori. — Atti della Società Italiana di Scienze Natur. Vol. XII. 1869. Milano. pp. 179—213. In Wittmack Fl. Bras. l. c. sub Ulter. osservazione etc. Diese Arbeit Delpinos ist zugleich auch in Nuovo Giorn. Botan. Ital. Vol. I. 1869. Firenze. Fasc. IV. pp. 257—290 erschienen.

5. Delpino, F., Funzione mirmecofila nel Regno Vegetale. — Prodromo d'una Monografia delle piante formicarie. In Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Instituto di Bologna. Ser. IVa Tom. VII. Bologna, 1886. p. 304. Famiglia delle Marcgraviacee.

6. Buch, Otto, Über Sklerenchymzellen. Diss. Breslau, 1870.

7. Baillon, H., Stirpes exoticae novae. — Adansonia. Tome X. 1871 bis 1873. p. 241.

8. De Candolle, Casimir, Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotyledones. — Mémoires de la Soc. de Physique et d'Hist. Natur. de Genève. Tom. XXVI. Genève. 1878—79.

9. Wittmack, L., Marcgraviaceae, in Flora Brasil. Vol. XII. 1878. Pars I. Fasc. LXXXI. pp. 213—58, tab. 40—51.

10. Wittmack, L., Marcgraviaceae, in Verh. Botan. Ver. Prov. Brandenburg. Bd. XXI, 1879, p. 42.

11. Müller, Konrad, Vergleichende Untersuchung der anatomischen Verhältnisse der Clusiaceen, Hypericaceen, Dipterocarpaceen und Ternstroemiaceen. — Englers Botan. Jahrb. Bd. II. (1882) pp. 430—64.

12. Blenk, P., Über die durchsichtigen Punkte in den Blättern. — Flora. Neue Reihe. XLII. Jahrg. 1884. pp. 49, 97, 136, 204, 223, 275, 291, 339, 355, 371.

13. Hitzmann, Carl, Beiträge zur vergleich. Anat. . . . der Ternstroemiaceen etc. Diss. Kiel, 1886.

14. Juel, H. O., Beiträge zur Anatomie der Marcgraviaceen. Mit drei Tafeln. — Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. XII. Afd. III. No. 5. — Stockholm, 1887.

15. Tschirch, A., Angewandte Pflanzenanatomie. Bd. I. Wien-Leipzig, 1889.

16. Wijnaendts-Francken, Conr. Joh., De Sclereiden. Diss. Utrecht, 1890.

17. Briosi, G., Anatomia dell' foglie *Eucalyptus globulus*. Milano (Ist. Bot.), 1891. 4. 95 p. c. 23. Tav.-Refer. in Botan. Centralbl. 1892, I. p. 317—19.

18. Szyszyłowicz, Ign., Marcgraviaceae, in Engler-Prantl: Natürl. Pflanzenfamilien. III. Teil, Abt. 6 u. 6a. Leipzig, 1895. pp. 157—164, mit 23 Einzelbildern in 5 Figuren.

19. Smith, John Donnell, Undescribed Plants from Guatemala and other Central American Republics XIX. — Botanical Gazette, Vol. XXIV. No. 6. 1897.

20. Goebel, K., Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. Teil I. Jena, 1897—98.

21. Urban, Ign., Plantae novae americanae imprimis Glaziovianae. — Marcgraviaceae, auctore E. Gilg, in Beiblatt zu d. Botan. Jahrb. Bd. XXV (1898). Heft 3. pp. 25—35.

22. Solereder, Hans, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. — Stuttgart, 1899.

23. Solereder, Hans, Ergänzungsband. — Stuttgart, 1908.

24. Richter, Aladár, Adatok a Marcgraviaceae és az Aroideae physiologiai-anatomiai és systematikai ismeretéhez. — Beiträge zur physiologisch-anatomischen Kenntnis der Marcgraviaceen und Aroideen. — Természetrajzi Füzetek, Vol. XXII (1899), pp. 27—87. Tab. II—V.

25. Poulsen, V. A., Nogle anatomiske Studier. — Videnskabelige Meddelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn for Aaaret 1902. pp. 231—48. Hertil Tavle XI—XII.

26. Pitard, M., Caractères anatomiques généraux des Ternstroemiacées. — Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux. Vol. LVII (1902). Sér. 6. Tom. VII. pp. LXXI—LXXIV.

27. Pitard, M., De la classification des Marcgraviées. — Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux. Vol. LVIII (1903). Sér. 6. Tom. VIII. pp. CCXL—CCXLIII.

28. Paoli, Guido, Contributo allo studio della eterofilia. (Con due tavole). — Nuovo Giornale Botanico Italiano. Nuov. Ser. Vol. XI. (1904). pp. 186—234.

29. Pilger, R., Beiträge zur Flora der Hylaea nach den Sammlungen von E. Ule. Unter Mitwirkung namhafter Fachgenossen herausgegeben von

R. Pilger. — Verhandl. des Botan. Ver. d. Prov. Brandenburg. Jahrg. 47, 1905 (1906), p. 155. R. Pilger, Marcgraviaceae.

30. Urban, Ign., Vitae Itineraque collectorum botanicorum. Notae collaboratorum biographicae etc. — in Flora Brasil. Vol. I. Pars I. fasc. CXXX. (ultimus), Monachii, 1906.

31. Urban, Ign., Plantae novae andinae imprimis Weberbauerianae IV. — E. Gilg: Marcgraviaceae Americae tropicae. — In Englers Botan. Jahrb. Bd. 42 (1909) p. 124.

32. Sodiro, Aloys S. Y., Plantae Ecuadorenses III. — Marcgraviaceae, auctore E. Gilg, in Beibl. zu d. Botan. Jahrb. Bd. XXXIV. (1907) Heft 4.

33. Pekelharing, Nic. Rutg., System.-anatom. onderzoek van den bouw der bladschijf in de familie der Theaceae. — Diss. Groningen, 1908.

34. Junk, W., Bibliographia Botanica, in Dörflers Botaniker-Adreßbuch, Ed. III. 1909. Wien.

VI.

Spezieller Ausweis der den Untersuchungen zu Grunde gelegten Herbaremplare.

(Die Bezeichnung der Reihenfolge der Zahlen entspricht den im Texte befindlichen ähnlichen und eingeklammerten Bezeichnungen.)

H_1. *Norantea macroscypha* Gilg 1897! — In Peruvia ad Chacahuai (Ruiz, 1787) sub „Marcgravia pentapetala“ in Hb. (= Herb. Mus. Botan. Berolin). — Vide in Tab. I, fig. 7a.

H_2. *N. macroscypha* Gilg 1897! — In Herb. Boissier-Barbey (Chambésy) sub „Marcgravia macrocarpa“ Peruvia: Herb. Pavon. — Vide in Tab. I, fig. 7b.

H_3. *N. Eötvösorum* Al. Richt. 1915! — In Hb. sub „Marcgravia macrocarpa“. In Peruvia ad Vitoc 1794. Nr. 56. Ruiz l. — Vide in Tab. I, fig. 1*a*—*b*.

H_4. *Marcgravia umbellata L.* In Cuba orientali. Coll. C. Wright 1856—57. Nr. 54. In Hv. (= Herb. Musei Palat. Vindob.) = *Marcgravia rectiflora* Triana et Planchon var. *vulgaris* Wittm. teste Wittmack (**9.** 226).

H_5. *Norantea?* (mit anderer Schrift: „Ruyschia mexicana Baill.“ vide in Adansonia, Vol. X. 1871—73. p. 241). — Cubilquitz, 350 m, „parasitisch“ (richtiger: epiphytisch A. R.) auf *Lonchocarpus*. Jul. 1904. Coll. H. v. Türckheim. Flora v. Guatemala. Dept. Alta Verapaz. No. II. 1030. In Hbd. = Herb. Mus. Nation. Hung.) = *Norantea Lócyi* Al. Richt.

H_6. *N. guianensis* Aubl. var. *gracilis* Wittm. — Secus Rio Negro, Brasiliae septentr., inter Barra et Barcellos. Coll. R. Spruce, Nov. 1851. Nr. 1885. Vide: Wittmack **9.** 242. In Hv.

H_7. *Souroubea exauriculata* Delpino (**9.** 254). — Mexico: Mirador. Liebmann 5. 1842. In Hb.

H_8. *S. dasystachya* E. Gilg sol. nom. ined. 1913. — Rio Branco. Surumu: Febr. 1909. — E. Ule: Herb. Brasil. Amazonas-Exped. Nr. 8422 in Hb.

H_9. *Ruyschia platyadenia* Gilg in Engler: Jahrb. 1898. p. 34. — Brasilien: Rio de Janeiro, Petropolis, am Ufer des Rio Piabanha (Glaziou Nr. 16365). Ex Herb. Ign. Urban in Hb.

H_{10}. Sps Pentandria monogynia Cl. 13. Fl. Huayq. Nr. 459. L. 666. *Marcgravia* Fl. Per. 1864. *Ruyschia* Jacquin. Auf einem anderen

Zettel: Fl. Huayaquil. Herb. Pavon. Auf einem dritten Zettel: *Noranteae cacabiferae* aff. sed nervatura diversa. — Sed nectariis deficientibus non describenda det. E. Gilg (Copie) = *Norantea Zahlbruckneri* Al. Richt. Wien, 13. VII. 1915. in sched. — In Hbb. (= Herb. Boissier-Barbey Chambésy).

H_{11}. *Norantea cacabifera* Don. In Hb. (sub Guayaquil: Pavon, vide 9. 241). Origin.!

H_{12}. Octandria monogynia. Cl. 13. *Marcgravia*. Fl. Per. Fl. Huayaq. Sp. Nr. 459. L. 666. *Souroubea* Aublet. Nr. 468. L. 674 = *Norantea cacabifera* G. Don teste E. Gilg 1897 in Hbb.

H_{13}. *Norantea microscypha* Gilg 1897. Origin. in Hv sub Nor. anomala H. B. K. Coll. R. Spruce Nr. 6020. In Andibus Ecuadorensibus (9. 240).

H_{14}. *Souroubea Gilgi* in Herbar. Guatemalens. Nr. 917. Yzabal. Aug. 1870. Gust. Bernouilli. Origin. in Hb.

VII.

Erklärung der Tafeln.

c Cuticula
e$_1$ Epidermis der Blattoberseite
e$_2$ „ „ Blattunterseite } Hautzellen.
em Epidermis mucigera
n Schleimzellen
s Spaltöffnungsapparat (Stoma)
z Schließzellen
cl Leisten der Schließzellen
lr eigentliche Spaltöffnung } Durchlüftungssystem.
l Atemhöhle
m sogenannte Nebenzellen der Spaltöffnung
i interzellulare Lufträume
rt Raphidenschlauch.
r Raphiden.
sdt Styloïdenschlauch.
sd Styloïden.
vt Sekretzellen.
ol Öltropfen.
gl Drüsen der Blattunterseite (glandula hypophylla. — Sec. Gilg = hydathodus hypophyllus; **21. 31. 32.** — Sec. Solereder = echte große Nektarien: **22.** 152; nectarium extranuptiale: **23.** 43).
kw Korkwucherung (Korkwarzen) an den Blättern.
p Palissaden-Schichte.
pg Sammelzellen.
sp Schwammparenchym. } Assimilations-System.
spp Palissadenartige Schwammparenchymzellen
chl Chloroplasten.
ph Parenchymscheide
hr Hadrom (Hydroma) = *ha* in Fig. 19 } *st* Stele.
lp Leptom (Plastoma)
bt Bastbelege der Gefäßbündel

sk Sklereïd, harte Zellen
psk Palosklereïd, harte Stabzellen
rsk Rhizosklereïden (Makro-, Mikro-) = wurzelndé Hartzellen
skm Sklereïdennester
ask Astrosklereïd
askk Astrosklereïd-Anlage
osk Ophiuren-Sklereïd
lsk Librosklereïd = bastfaserförmige harte Zellen (inclus. ⌅ od. H-Sklereïden)
skh Anker-Sklereïden
br Brachy-
msk Makro-
fk obere Sklereïdkabel unter den Palissaden
ak untere Sklereïdkabel von der Blattunterseite her
skt Hautunterspreizender Sohlenausläufer der palissadenständigen Sklereïden
skp Palissadenunterspreizende Ausläufer
tn Stachel- oder Hackenfortsatz der Sklereïden
skm Sklereïden(Ausläufer)-Durchschnitt

Sternförmige harte Zellen
Sklereïd, zugleich als Zentralkörper der mesophyllständigen Sklereïden

Sklereïden der Palissaden
Sklereïden des Schwammparenchyms
Mechanisches System des Blattfleisches (Mesophyllum).

L Blattspreite (fol. lamina).
Pt Stiel (petiolus)
al alabastrum.
Fl Blüte (flos).
P Pedicellus.
nc Nectarium
Hb-Herbarium Mus. botan. Berol. (Berlin).
Hbb-Herbarium Boissier-Barbey (Chambésy).
Hbd-Herbarium Mus. Nation. Hung. (Budapest).
Hm-Herbarium Reg. Monac. (München).
Hu-Herbarium Ultraject. (Utrecht).
Hv-Herbarium Mus. Palat. Vindob. (Wien).
Z. Zeiss-Mikroskopium Stat. I.
Quschn. = Querschnitt.
Bschn. = Querschnitt des Blattrandes (sec. Tab. I, fig. 1*a*–*b*).
lg. = lang.
brt. = breit.
± = mehr oder weniger.
s. a. = sensu ampliore.
s. str. = sensu stricto.
Vgr. = Vergrößerung.
n. Gr. = natürliche Größe (magnitudo naturalis).

Taf. I.

Norantea Eötvösorum Al. Richt.

Fig. 1*a*. Ein entwickeltes und 1*b* ein kleineres Blatt, von der Blattunterseite gesehen, n. Gr. (H_3).

Fig. 2. Bruchstück der Infloreszenz, n. Gr.

Fig. 3. Einzelblüte mit Nektarium (*nc*), n. Gr.

Fig. 4. Teil aus dem Querschnitte der Blattspreite in der Richtung *i* (= Taf. I, Fig. 1 *i–i*) als Beispiel der Stachelfortsätze von Astrosklereïden. — Z. Oc. 3. Ob. C.

Fig. 5. Flächenansicht der Epidermis der Blattoberseite. — Z. Oc. 3. Ob. DD.

Fig. 6. *a–b–c–d–e*. Verschiedene Sklereïden aus dem Rindenparenchym der Achse, o_1–o_2 Längsrichtung der organischen Achse, o_1 Scheitelpunkt, o_2 Basalpunkt (6*e* steht, der gegebenen Raumverhältnisse halber, in umgekehrter Richtung).

Norantea macroscypha Gilg.

Fig. 7a. Blatt der „Marcgravia pentapetala" Origin. in Hb (H_1) von der Unterseite gesehen, n. Gr.

Fig. 7b. Blatt der „Marcgravia macrocarpa" Pavons Origin. in Herb. Boissier-Barbey (H_2) von der Unterseite gesehen, n. Gr.

Fig. 8. Orientierendes Detail aus der Blattspreite.

Tafel II.

Fig. 9. Blatt und Unterseite mit Styloid-Schläuchen (teilweise unter dem Hautgewebe), *lsk* durch die Epidermiszellen durchscheinende Librosklereïden in der unteren Zone des Schwammparenchyms. — Z. Oc. 3. Ob. DD.

Norantea Eötvösorum.

Fig. 10. Flächenansicht der Blattunterseite, mit Spaltöffnungen und Raphiden. — Z. Oc. 3. Ob. DD.

Fig. 11. Quschn. eines Styloïdenschlauches, an der Grenze von Palissadenschicht und Schwammparenchym. — Z. Orthoc. Oc. 6. Im. 1/7″.

Fig. 12. Quschn. der Blattspreite in der *i*-Richtung. — Z. Oc. 4. Ob. AA.

Tafel III.

Fig. 13. Quschn. der Blattspreite in der *x*-Richtung (= Taf. I, Fig. a, 1 *x–x*). — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 14. Teil aus dem Quschn. der Blattspreite in der *i*-Richtung. — Z. Oc. 3. Ob. C.

Fig. 15. Quschn. des Blattrandes (= Taf. I, Fig. 1 *a–b*). — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 16. Nectarium = Bractea (Taf. II, Fig. 3*n c*), zweif. Gr.

Tafel IV.

Fig. 17. Rindenparenchym der Achse (vermittels der Schulzeschen Maceration abgelöst) mit längs der organischen Achse (o_1–o_2) auftretenden Sklereïden. — Z. Oc. 2. Ob. AA. — Gleichsam als Maßstab dient der Sklereïd der folgenden Abbildung:

Norantea macroscypha.

Fig. 18. H-Sklereïd aus der Achsenrinde in deren Längs(o_1–o_2)-Richtung. Durch Schulzesche Maceration isoliert. — Z. Oc. 2. Ob. AA.

Fig. 19. Quschn. der Blattspreite in der x-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 20. Quschn. der Blattspreite in der i-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Marcgravia umbellata L.

Fig. 21. Je ein Blatt a eines fertilen (orthotropen) und b eines sterilen (plagiotropen) Zweiges, n. Gr. (H_4).

Tafel V.

Norantea Eötvösorum.

Fig. 22. Quschn. der Blattspreite in der i-Richtung, mit Tendenz fk der oberen Kabelbildung von Sklereïden. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 23. Teil aus dem Quschn. der Blattspreite in der x-Richtung, mit Palissadenunterspreizenden Ausläufervereinigungen (skp_{1-2}) von Rhizo- und Astrosklereïden. — Z. Oc. 3. Ob. C.

Fig. 24. Spaltöffnungsapparat von oben betrachtet, mit Epidermis(Neben)-Zellen, deren Cuticula grübchenartig punktiert ist. — Z. Orth Oc. 6. Ob. DD.

Fig. 25. Quschn. des Blattrandes (= Taf. I, Fig. 1 a, a–b) mit Spaltöffnung, Öltropfen, Sklereïden (skm) und Sklereïdstern (skn). — Z. Oc. 4. Ob. DD.

Fig. 26. Teil einer Epidermisflächenansicht der Achse. — Z. Oc. 2. Ob. DD.

Fig. 27. a–b–c–d. Verschiedene Formen der Rindensklereïden in der Achse, alle in der Richtung o_1–o_2. — Z. Oc. 2. Ob. AA.

Norantea macroscypha.

Fig. 28. Teil der Epidermis der Achse an der Grenze derjenigen Hautzellen, deren Niveaudifferenz in der Zeichnung nur durch e_1–e_1 angedeutet werden kann. Abgelöst mittels der Schulze'schen Maceration und von oben gesehen. — Z. Oc. 4. Ob. DD.

Taf. VI.

Fig. 29. Blatt der *Norantea Lóczyi* von der Unterseite, n. Gr. (H_5).

Fig. 30. Blatt der *Norantea gracilis* (Wittm.) pro var. *N. guianensis* Aubl. (**9.** 242), von der Unterseite und n. Gr. (H_6).

Souroubea exauriculata Delpino (H_7).

Fig. 31. Eines der größten Blätter von der unteren Seite, n. Gr.

Fig. 32. Teil eines Blattquerschnittes in der x-Richtung mit verschleimter Epidermiszelle und in der Palissadenschichte mit schiefliegendem Raphidenbündel (von den gewöhnlichen abweichend). — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 33. Blatt von *Souroubea dasystachya* E. Gilg von der Unterseite und in n. Gr. (H_8).

Ruyschia platyadenia Gilg (H_9).

Fig. 34. Blatt von der Unterseite, n. Gr.

Fig. 35. Teil aus dem Blattquerschnitte in der x-Richtung, mit Palosklereïden und Raphidenbündel. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 36. Teil aus dem Blattquerschnitte in der x-Richtung mit Astrosklereïdanlagen im Schwammparenchym. — Z. Oc. 2. Ob. 3.

Fig. 37. Flächenansicht der Blattunterseite mit verschleimten Zellen (n) und Spaltöffnungen (s). — Z. Oc. 2. Ob. DD.

Taf. VII.

Fig. 38. Teil eines Blattquerschnittes in der i-Richtung mit Styloïd- und Raphidenschläuchen. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 39. Leerer Styloidenschlauch in der i-Querschnittrichtung der Blattspreite. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Souroubea exauriculata Delp. (H_7).

Fig. 40. Teil des Blattquerschnittes aus der x-Richtung, in allen Schichten Raphiden und beiderseits Epidermis mucigera. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Souroubea dastystachya Gilg (H_8).

Fig. 41. Flächenansicht der Blattunterseite mit subepidermalem Raphidenbündel. — Z. Oc. 4. Ob. C.

Fig. 42. Quschn. des Blattrandes (= Taf. I. Fig. 1 a, a–b).

Fig. 43. Teil des Blattquerschnittes in der x-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Norantea gracilis (Wittm.) Al. Richt. (H_6).

Fig. 44. Teil des Blattquerschnittes in der x-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 45. Quschn. der Blattunterseite in der x-Richtung. — Z. Oc. 4. Ob. C.

Fig. 46. Flächenansicht der Blattoberseite. — Z. Oc. 2. Ob. DD.

Norantea Lóczyi Al. Richt. (H_5).

Fig. 47. Flächenansicht der Blattoberseite. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Tafel VIII.

Fig. 48. Blattquerschnitt in der x-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 49. Blattquerschnitt in der x-Richtung mit einem auffallend großen Raphidenschlauch in der Palissadenschichte (r_1). — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 50. Teil des Blattquerschnittes aus der x-Richtung mit einer auffallend großen und fächerig geteilten Palissadenzelle (p_2), deren oberer Teil zugleich Raphidenschlauch ist (r_1). — Z. Oc. 3. Ob. C.

Fig. 51. Teil aus dem Blattquerschnitt Richtung x mit Palosklereïd (*psk*), Sklereïden und fächerig geteilten Palissadenzellen. — Z. Oc. 3. Ob. C.

Fig. 52. Querschn. des Blattrandes (Taf. I, Fig. 1 a, Richtung a–b).

Fig. 53. Querschn. der Blattunterseite. — Z. Oc. 4. Ob. C.

Fig. 54. Flächenansicht der Blattunterseite, um die Disposition der Spaltöffnungen und die wechselnde Zahl der „Nebenzellen" zu zeigen. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 55. Ein kleiner Teil des Obigen stärker vergrößert. Eine „Nebenzelle" des Spaltöffnungsapparates zugleich Raphidenbündel enthaltend. — Z. Oc. 3. Ob. DD.

Fig. 56. Oberansicht: ein einzelner Spaltöffnungsapparat vergrößert und von oben betrachtet. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Tafel IX.

Norantea Zahlbruckneri Al. Richt. (H_{10}).

Fig. 57. Das einzige Blatt des in der Boissier-Barbey'schen Sammlung (Chambésy) aufbewahrten Originalexemplares von der Unterseite und in n. Gr.

Fig. 58. Quschn. des Blattrandes (Taf. I, Fig. 1 a, Richtung *a–b*) mit bereits auffallend großen epidermalen Schleimzellen. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Fig. 59. Quschn. des Blattes in der *x*-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 60. Teil des Blattquerschnittes in der *x*-Richtung mit Oberhaut und Palissade, resp. mit Palissadenzellen (p_{1-3}), die wegen der tief eindringenden Schleimzellen verkümmern. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Fig. 61. Quschn. der Blattunterseite in der *x*-Richtung mit Stoma-Reduplikation. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Fig. 62. Spaltöffnungsapparat von oben gesehen. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Tafel X.

Fig. 63. Flächenansicht der Blattunterseite, mit Raphidenbündel und verschleimten Hautzellen. — Z. Oc. 3. Ob. DD.

Fig. 64. Blattquerschnitt in der *i*-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. DD.

Norantea cacabifera G. Don (H_{11}).

Fig. 65—67. Schleimzellen enthaltende Teile der Oberhaut, von oben betrachtet. — Z. Oc. 2. Ob. DD.

Fig. 68. Querschnittdetail der Korkwucherungen des Blattes mit in das Füllgewebe eindringenden Sklereïden (H_{12}). — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 69. Blattepidermis oberhalb der Seitennervatur mit eigenartig, wahrscheinlich durch Dürre sekundär gespaltener Cuticula. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Tafel XI.

Fig. 70. Blatt von der Unterseite in n. Gr.

Fig. 71. Blattquerschnitt mit vollständigem Bild der Seitenader in der *x*-Richtung. — Z. Oc. 4. Ob. AA.

Fig. 72. Querschnittdetail der Korkwucherungen (*kw*) des Blattes mit Sklereïden (*sk*) (H_{12}). — Z. Oc. 3. Ob. C.

Fig. 73. Querschnittdetail der Blattspreite in der *i*-Richtung mit palissadenunterspreizenden Sklereïdennestern (*skn*). — Z. Oc. 4. Ob. C.

Tafel XII.

Fig. 74—75. Blattquerschnitte in der *i*-Richtung. — Z. Oc. 4. Ob. C.

Fig. 76. Quschn. der Blattunterseite in der *x*-Richtung, mit äußeren und inneren Atemhöhlen (*l–kl*) versehenen und scheinbar unter die Epidermis hinabgesunkenen Spaltöffnungen. — Z. Oc. 4. Ob. C.

Fig. 77. Quschn. des Blattrandes in der *a*–*b*-Richtung, die Stele mit bereits kräftigen Bastsicheln. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Tafel XIII.

Fig. 78. Flächenansicht der Blattunterseite mit Spaltöffnungen, die infolge ihrer tieferen Lagerung verschwommen erscheinen. — Z. Oc. 3. Ob. DD.

Norantea microscypha Gilg (H_{13}).

Fig. 79. Quschn. der Blattspreite in der *x*-Richtung. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 80. Unterhalb der Palissaden gelegenes Detail des Schwammparenchyms in der *x*-Richtung des Blattquerschnittes, mit einem tangential gestreckten Sklereïdnest (skn_1) und Quschn. desselben (skn_2). — — Z. Oc. 5. Ob. AA.

Souroubea Gilgi Al. Richt. (H_{14}).

Fig. 81. Ein Blatt von der Unterseite und in n. Gr.

Fig. 82. Flächenansicht des oberen Hautgewebes oberhalb der Seitennervatur, mit verschleimten Zellen. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 83. Epidermis der Unterseite von oben betrachtet, mit Schleimzellen und Spaltöffnungen. — Z. Oc. 4. Ob. C.

Fig. 84. Ein einzelner Spaltöffnungsapparat von oben betrachtet, bei starker Vergr. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Fig. 85. Styloïdenschlauch unter den Palissaden. — Z. Orth. Oc. 6. Ob. DD.

Tafel XIV.

Fig. 86. Blattquerschnitt in der *x*-Richtung mit Styloïden- und Raphidenschläuchen, ebenso mit auffallender Epidermis mucigera. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 87. Dasselbe aus einem anderen Blatte (= Reichert-Mikrosk.). —

Fig. 88. Quschn., mit sich gegen den Rand zu plötzlich verdickender Cuticula. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 89. Abgezogene Haut der Blattunterseite von oben betrachtet, mit durch das Hautsystem durchscheinendem Adernetz. — Z. Oc. 2. Ob. C.

Fig. 90. Quschn. der Blattunterseite in der *x*-Richtung, mit Spaltöffnung (*s*) und auffallend sich einbuchtenden Schleimzellen (*n*–*n*). — Z. Oc. 3. Ob. DD.

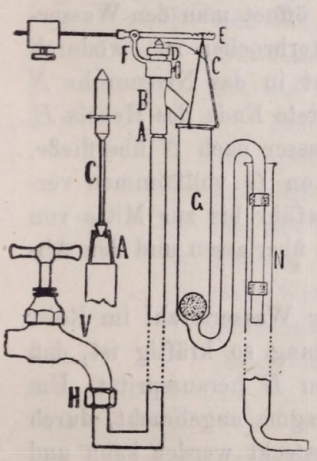
Fig. 91. Teil des Querschnittes der Blattunterseite (Richtung *x*) unter der Stele. — Z. Oc. 4. Ob. C.

4.

KONSTANTES WASSERNIVEAU ZUR VERMINDERUNG DES WASSERLEITUNGSDRUCKES.

Von A. SCHULLER.[1])

Der hier beschriebene Apparat leistet u. a. bei dem Kühler des BECKMANNschen Siedeapparates gute Dienste, da es nicht leicht ist, die gewöhnlichen Wasserhähne bei dem in der Leitung herrschenden Drucke gehörig zu regulieren und weil ein zufälliges Öffnen des Hahnes den Apparat beschädigen kann.



Nebenstehende Figur zeigt eine Einrichtung, welche mittels eines Holländers *H* unmittelbar an den Wasserleitungshahn *V* angebracht ist. Am oberen Ende des aufsteigenden Rohres befindet sich bei *A* ein Konus, auf welchen das Rohr *B* paßt. Konus *A* ist oben bis auf eine 4 mm weite Bohrung geschlossen. In letztere senkt sich der an der kleinen Stange *C* befindliche Konus, welcher imstande ist, einen vollkommenen Verschluß zu bewirken. Zu diesem Zwecke besitzt *C* eine Führung, welche dadurch zustande kommt, daß *B* mit einem durchbohrten Deckel *D* versehen ist. Das Wasser greift zwar das Messing, aus dem der Apparat angefertigt ist, mit der Zeit an, aber es genügt, die Stange *C* einige Mal um ihre Achse zu drehen, während sie abwärts gedrückt wird, wodurch der Konus wasserdicht eingeschliffen wird.

1) Aus Math. és Phys. Lapok 23, 108. 1914.

Die Stange C muß dem Wasserdruck entgegen beständig abwärts gedrückt werden. Dazu dient der Hebel E, der sich auf den Arm F stützt und um eine Achse drehbar ist. Auf der rechten Seite von E hängt das Glasrohr G, in welchem eine leicht bewegliche Korkkugel liegt. Letztere hat bloß den Zweck, vom Wasserstrahl mitgerissene Luftblasen zu vermeiden, welche im U-förmigen Teile von G die Wassersäule unterbrechen würden. Der abwärts gerichtete Schenkel des Rohres G ist frei beweglich im Niveaurohr N, dessen unteres Ende mit einer oder mehreren wagerechten Röhren in Verbindung steht, von wo die Hähne zu den einzelnen Kühlröhren der BECKMANNschen Apparate abzweigen.

Auf dem anderen Ende des Hebels E befindet sich ein Laufgewicht, mit dem das Übergewicht des wasserhältigen G-Rohres gemäßigt werden kann.

Um den Apparat in Gang zu setzen, öffnet man den Wasserhahn V, während der Abfluß aus N unterbrochen ist, wodurch Wasser in das Rohr G, aber noch nicht in das Niveaurohr N gelangt. Man hebt nun das mit G belastete Ende des Hebels E, damit sich G fast ganz fülle und das Wasser nach N überfließe. Ist die Luft aus dem engeren Rohre von G vollkommen verdrängt und reicht das Wasser in N ungefähr bis zur Mitte von G, so kann man den Apparat sich selbst überlassen und den Abfluß aus N in Gang setzen.

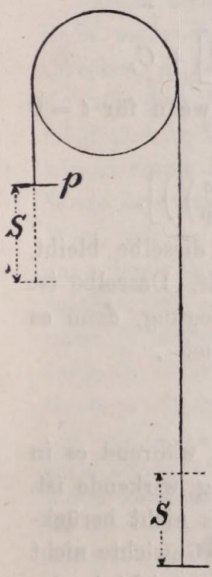
Zu bemerken ist aber noch, daß der Wasserstrahl im Rohr B bei starkem Druck in der Wasserleitung so kräftig ist, daß etwas Wasser aus dem oberen Teil von B herausspritzt. Um dieses zu vermeiden ist in B ein Diaphragma angebracht, durch welches der Konus eben noch hindurchgesteckt werden kann und etwas höher auf der Stange C eine Scheibe, welche den Wasserstrahl ablenken. Damit der Querschnitt nicht zu eng werde, ist die Stange oberhalb des Konus hinreichend dünn gemacht. Unter diesen Umständen fließt das Wasser ruhig aus dem schiefen Ansatz des Rohres B in das unmittelbar darunter befindliche Rohr G.

5.

ÜBER FALLMASCHINENVERSUCHE.

Von A. SCHULLER.[1])

1. Die Art der Bewegung. Man pflegt bei der ATWOOD-schen Fallmaschine eine gleichförmig beschleunigte Bewegung vorauszusetzen, was aber nur in engen Grenzen richtig ist. Die Abweichung rührt vom Gewicht des Fadens her, der von der leichteren Seite zur schwereren übergeht und dadurch die treibende Kraft vergrößert. Die Differentialgleichung der Bewegung ergibt sich daher auf folgende Art.



Bedeutet p das die Bewegung verursachende Übergewicht am Anfang der Bewegung, also das aufgelegte Gewicht vermindert um das Gewicht des auf der anderen Seite tiefer herabhängenden Fadens, so ist die am Ende des Weges s wirksame Kraft $p + 2as$, wenn das Gewicht der Längeneinheit des Fadensmit a bezeichnet wird. Die Differentialgleichung lautet also:

$$m \frac{d^2s}{dt^2} = p + 2as,$$

wo m die gesamte bewegte Masse bedeutet, einschließlich der dem Trägheitsmoment der Rolle entsprechenden Masse, die man sich in der Furche als gleichmäßig verteilt vorzustellen hat.

Die Beschleunigung ist also nicht konstant, sondern wächst während des Falles beständig.

Statt der Differentialgleichung zweiter Ordnung kann man

1) Aus Math. és Phys. Lapok 23, 221. 1914.

mit einer erster Ordnung operieren, wenn man die Gleichheit der Arbeit und der Veränderung der lebendigen Kraft zugrunde legt:

$$(p + 2as)\, ds = d\left(\frac{mv^2}{2}\right),$$

welche Gleichung zwischen Null und s, bez. zwischen Null und v integriert gibt:

$$ps + as^2 = \frac{mv^2}{2},$$

woraus:

$$\sqrt{\frac{2p}{m}s + \frac{2a}{m}s^2} = v = \frac{ds}{dt}.$$

Die Integration ergibt:

$$t = \sqrt{m}\int \frac{ds}{\sqrt{2p\,s + 2a\,s^2}} + C$$

$$= \sqrt{\frac{m}{2a}}\, l\left[\sqrt{2a}\left(s + \frac{p}{2a}\right) + \sqrt{2p\,s + 2a\,s^2}\right] + C,$$

wo l den natürlichen Logaritmus bedeutet, und wenn für $t = 0$ auch $s = 0$ ist:

$$(1) \qquad t = \sqrt{\frac{m}{2a}}\, l\left[1 + 2\left(a\frac{s}{p} + \sqrt{a\frac{s}{p} + \left(a\frac{s}{p}\right)^2}\right)\right].$$

Das Resultat zeigt, daß die Fallzeit immer dieselbe bleibt, so lange das Verhältnis $s:p$ denselben Wert behält. Dasselbe ist der Fall bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung, denn es ist, wenn man die Beschleunigung mit γ bezeichnet

$$(2) \qquad t^2 = \frac{2s}{\gamma} = \frac{2sm}{p} = 2m\frac{s}{p},$$

nur daß hier p das ganze Übergewicht bedeutet, während es in obiger Formel nur das am Anfang der Bewegung wirkende ist. Um auch in diesem Falle das Gewicht des Fadens nicht berücksichtigen zu müssen, macht man die aufgehängten Gewichte nicht vollkommen gleich, sondern man stellt das Gleichgewicht in der höchsten Lage des fallenden Gewichtes her, wobei man darauf achtet, daß die Bewegung infolge des Fadengewichtes von selbst beginnt, sobald man das Gewicht um 10 bis 20 cm tiefer stellt. Als Übergewicht p dient dann das noch überdies aufgelegte. Bei diesem Verfahren ist auch der Reibungswiderstand ausgeglichen.

Formel (1) gibt noch zu einer anderen Bemerkung Anlaß.

Richtet man nämlich die Versuche derart ein, daß sowohl p als auch s unverändert bleibt und nur die Masse m geändert wird, so zeigt die Formel, daß das Quadrat der Fallzeit mit der Masse proportional ist. Genau dasselbe ist der Fall nach Formel (2) bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung.

2. Die Ausführung der Versuche. Wie vorstehende Betrachtung zeigt, ist die Beschleunigung bei der ATWOODschen Fallmaschine auch abgesehen von den Reibungswiderständen nicht konstant, sondern nimmt beständig zu. Voraussichtlich bleibt dies auch bei Berücksichtigung der Reibung richtig, denn diese ist wohl zu Beginn am größten und bleibt später nahezu gleich. Ihr Einfluß wird umso geringer sein, je leichter sich die Rolle dreht und je dünner und biegsamer der Faden ist.

Beim elementaren Unterricht ist man aber gezwungen, die in Rede stehende Bewegung als gleichförmig beschleunigte anzusprechen, es ist daher notwendig, die Versuche so anzustellen, daß sie mit dem Gesetz der gleichförmig beschleunigten Bewegung möglichst im Einklange stehen. Den hierzu führenden Weg wollen wir an einem Beispiel erläutern. Gesetzt man will zeigen, daß die Wege den Quadraten der Fallzeiten proportional sind. Der längere Weg, der bei Null beginnt, sei 4×64 cm und die Fallzeit 8 s., dann beginnt man den 64 cm langen Weg, der in 4 s. zurückzulegen ist, nicht bei Null, sondern etwa bei 30 cm. Man benützt in diesem Fall zweckmäßig eine besondere Auslösevorrichtung, die zwar bleibend an die Meßstange befestigt ist, aber außer Gebrauch gesetzt die Bewegung nicht hindert.

Die zu 30 cm angenommene Länge kann man entweder durch Versuche ermitteln oder berechnen. Es sei nämlich die gesuchte Länge σ dadurch bestimmt, daß die Fallzeit der Wegelänge $s/4$ gerade $t/2$ ist, dann ist das Übergewicht am Anfang der Bewegung $p = 2a\sigma$, daher der Ausdruck für die Zeit:

$$\frac{t}{2} = \sqrt{\frac{m}{2a}}\, l\left[1 + 2\frac{as}{4(p+2a\sigma)} + 2\sqrt{\frac{as}{4(p+2a\sigma)} + \left(\frac{as}{4(p+2a\sigma)}\right)^2}\right].$$

Hieraus kann man mit Zuhilfenahme der Gleichung für die Zeit t das Verhältnis σ/s berechnen.

Es sei der leichteren Übersicht wegen:

$$\frac{as}{p} = b$$

$$\frac{as}{4(p+2a\sigma)} = c$$

$$1 + 2b + 2\sqrt{b+b^2} = d^2$$

dann folgt aus dem Ausdruck für c:

$$\frac{2\sigma}{s} = \frac{1}{4c} - \frac{1}{b}.$$

Zur Berechnung von b und c dienen die Gleichungen

$$t = \sqrt{\frac{m}{2a}}\, l d^2$$

$$\frac{t}{2} = \sqrt{\frac{m}{2a}}\, l\left(1 + 2c + 2\sqrt{c+c^2}\right),$$

aus denen

$$c = \frac{(d-1)^2}{4d}$$

$$\frac{1}{4c} = \frac{d}{(d-1)^2}.$$

Ebenso folgt aus dem Ausdruck für d^2:

$$b = \frac{(d^2-1)^2}{4d^2}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{4d}{(d^2-1)^2},$$

so daß

$$\frac{2\sigma}{s} = \frac{a}{(d-1)^2} - \frac{4d^2}{(d^2-1)^2} = \frac{d}{(d+1)^2}.$$

d ist stets possitiv und niemals kleiner als eins, sein Grenzwert ist bei Vernachlässigung des Fadengewichtes gleich 1. In diesem Falle wird

$$\sigma = \frac{s}{8}.$$

Der Einfluß des Fadens verringert σ, wenn aber sein Gewicht gering ist im Vergleich zum Übergewicht, also $\frac{as}{p}$ klein ist, so ändert sich σ nur wenig. Bei meinen Versuchen war ungefähr $\frac{as}{p} = 0{\cdot}045$, wodurch σ nur um $0{\cdot}3\%$ verringert wurde. σ wäre also im angeführten Falle fast 32 cm, wofür 30 cm gesetzt ist.

Unter den Versuchen mit der Fallmaschine sind diejenigen die wichtigsten, mit denen man die Proportionalität der Beschleunigung mit der Kraft und die verkehrte Proportionalität mit der Masse dem Verständnis näher bringt. Bei diesen ist man auf den eben erwähnten Kunstgriff nicht angewiesen, sondern

man kann immer von derselben Anfangslage ausgehen, gerade so, wie wenn das Gewicht des Fadens keinen Einfluß hätte.

Bei der Proportionalität der Beschleunigung mit der Kraft ist die Bedingung zu erfüllen, daß die bewegte Masse unverändert bleibt. Deshalb ändert man das Übergewicht dadurch, daß man einen Teil von der leichteren Seite auf die schwerere überträgt. Hat man also das Gleichgewicht in der vorher beschriebenen Weise bewirkt, so legt man auf die linke Seite das Gewicht A, auf die rechte B, so daß das wirksame Übergewicht $p_1 = A - B$ ist. Sei s_1, der in 10 s. zurückgelegte Weg. Dann überträgt man B zu A, wobei das Übergewicht $p_2 = A + B$ und der Weg in derselben Zeit s_2 wird. Da nach Formel (1) $\frac{s_2}{s_1} = \frac{p_2}{p_1}$ ist, so berechnet sich s_2 ebenso, wie wenn die Bewegung gleichförmig beschleunigt wäre. Nun verhalten sich bei letzterer Bewegung die Beschleunigungen γ_1 und γ_2 wie die betreffenden gleichzeitigen Wege s_1 und s_2, deren Verhältnis nach den Versuchsdaten gleich ist dem Verhältnis der Übergewichte, es folgt also

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{p_1}{p_2},$$

was gezeigt werden sollte. Man ersieht hieraus, daß, obwohl die Bewegung keine gleichförmig beschleunigte ist, die Schlußfolgerung dennoch ebenso richtig ist, wie wenn man die Versuche an einer gleichförmig beschleunigten Bewegung mit derselben Genauigkeit ausgeführt hätte.

Die verkehrte Proportionalität mit der Masse kann man nur dann nachweisen, wenn man die auf die Rinne reduzierte Masse der Rolle kennt. Man bestimmt dieselbe entweder aus dem Trägheitsmoment oder einfacher aus Versuchen mit der Fallmaschine. Kennt man jene Masse, so wählt man die gesamten Massen m_1 und m_2 in zwei Fällen so, daß ihr Verhältnis gleich ist dem Verhältnis der Quadrate zweier ganzen Zahlen z. B. 100:64. Das Übergewicht soll unverändert bleiben, die aufzulegende Masse wird also auf beiden zu gleichen Teilen verteilt. Man stellt diejenige Fallhöhe ein, die bei der größeren Masse z. B. in 10 s. durchlaufen wird, dann muß die Fallzeit bei der kleineren Masse nach Formel (1) genau 8 s. sein, denn die Quadrate der Fall-

zeiten verhalten sich wie die Massen, ebenso wie bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung. Der Versuch zeigt also vorerst, daß

$$\frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{m_1}{m_2}$$

in vollständigem Einklang mit Formel (2), in der jetzt p und s als konstant zu betrachten ist. Nach eben dieser Formel ist aber die Beschleunigung verkehrt proportional dem Quadrat der Zeit, also nach den Versuchsergebnissen auch verkehrt proportional der Masse, was gezeigt werden sollte.

Zu beachten ist dabei, daß der Einfluß der Reibung bei der größeren Masse bedeutender ist, daher eine erneuerte Ausgleichung der Gewichte in der Anfangslage notwendig werden kann.

Einen geeigneten einfachen oder mehrfachen Faden für die Fallmaschine kann man sich herstellen, wenn man einen starken Zwirnfaden mit alkoholischer Schellaklösung gleichmäßig tränkt und in gespanntem Zustande trocknen läßt.

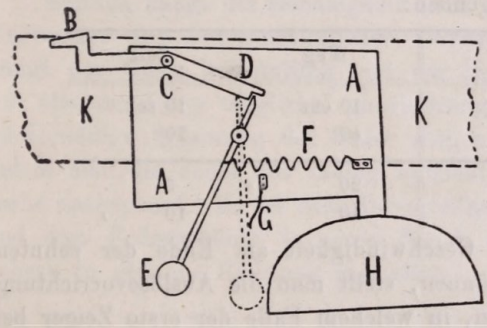
Als Schlußfolgerung dieser Mitteilung sei hervorgehoben, daß — obschon die Bewegung auf der ATWOODschen Fallmaschine wegen des Fadengewichtes nicht gleichförmig beschleunigt ist — die Vorlesungsversuche dennoch derart ausgeführt werden können, daß sie der gleichförmigen Beschleunigung vollkommen entsprechen.

6.

ZUR ERGANZUNG DER STEVARTSCHEN SCHIEFEN EBENE.

Von A. SCHULLER.[1])

Bei der STEVARTschen schiefen Ebene beginnt die Bewegung der rollenden Scheibe und des Uhrwerkes infolge der elektrischen Auslösung gleichzeitig, an die Bruchstelle angelangt arretiert die Scheibe den einen Zeiger, der die Dauer der beschleunigten Bewegung anzeigt und bringt später bei dem die Bewegung begrenzenden Anschlag das ganze Uhrwerk zum Stillstand, so daß der Unterschied der beiden Zeiger der gleichförmigen Bewegung entspricht. Zweck der Ergänzung ist, auch zwischenliegende Zeiten zu markieren, um schon aus einem einzigen Versuch auf den Verlauf der Bewegung schließen zu können. Es ist deshalb dafür gesorgt, daß die rollende Scheibe an geeigneten Stellen der Bahn Klingeln zum Ertönen bringt, natürlich ohne dabei die Bewegung merklich zu verlangsamen.



Eine dieser Einrichtungen ist in obenstehender Figur angedeutet.

Der Hebel B—D mit der Achse bei C ist auf der Metallplatte A—A möglichst leichtbeweglich angebracht und so ausgeglichen, daß er von selbst in die gezeichnete Lage strebt. Bei D

1) Aus: Math. és Phys. Lapok. 23, 112. 1914.

stützt sich auf den Hebel die Verlängerung des Klöppels E, den die Feder F spannt und den der Anschlag bei G vor der bleibenden Berührung mit der Glocke H zurückhält.

Das Ganze wird mittels geeigneter Klemmen derart an die eine Schiene des Apparates befestigt, daß die schiefe Kante oberhalb B teilweise über die schiefe Ebene ragt, der rollende Körper also den Hebel etwas hinabdrückt, wobei man darauf achtet, daß das Glockensignal im geeigneten Augenblick ertönt.

Wird z. B. der Weg von 40 cm auf dem schiefen Teile der Bahn in 20 Sekunden zurücklegt, so stellt man zweckmäßig das Glockenzeichen auf 10 Sek. ein, so daß der betreffende Weg 10 cm beträgt. Ist dann die Weglänge auf dem fast horizontalen Teile der Bahn ebenfalls 40 cm, so empfiehlt es sich die betreffende Glocke in der Mitte dieses Weges anzubringen, so daß der Glockenschlag die 25ste Sekunde der fortschreitenden Bewegung anzeigt, die hier ausschließlich Gegenstand der Beobachtung ist und die beim 30sten Sekundenschlag endigt. Die beobachteten Wege und Zeiten sind also die folgenden:

Bewegungsart	Weg	Zeit
veränderlich	10 cm	10 sek.
veränderlich	40	20
gleichförmig	20	5
gleichförmig	40	10

Um auch auf die Geschwindigkeit am Ende der zehnten Sekunde schließen zu können, stellt man die Auslösevorrichtung auf 10 cm Weglänge ein, in welchem Falle der erste Zeiger bei 10 Sek. innehält, die zweite Glocke 20 Sek. anzeigt und der Stillstand mit dem 30sten Sekundenschlag erfolgt.

Bewegungsart	Weg	Zeit
veränderlich	10 cm	10 sek.
gleichförmig	20	10
gleichförmig	40	20

Die beiden Versuche kennzeichnen die gleichförmig beschleunigte Bewegung vollkommen. Zur weiteren Erhärtung kann man

auf Grund der aus ihnen berechneten Beschleunigung noch einen dritten Versuch vorführen, bei dem die Weglänge auf der schiefen Ebene 22,5 cm, die betreffende Zeit 15 Sek. ist, während 30 cm des fast horizontalen Weges in 10 Sek. zurückgelegt werden.

Zur Erreichung genauer Resultate muß man folgende Umstände in Betracht ziehen. Wo sich die Scheibe dreht, ohne zugleich fortzuschreiten, bildet sich eine Rinne, die besonders am Anfang der Bewegung schädlich wirkt, indem sie den Beginn der Bewegung verlangsamt, ja sogar verhindern kann. Man schleift in solchen Fällen die ganze Länge der Führungsschienen mit einem nassen Schleifstein ab, bis der Fehler beseitigt ist.

Bei der im angeführten Beispiele vorausgesetzten langsamen Bewegung ist es ferner wichtig, daß der zweite Teil der Bewegung möglichst gleichförmig sei, daß also dieser Teil nicht genau horizontal, sondern etwas geneigt verlaufe. Bei der Einstellung läßt man die Scheibe sehr langsam rollen und bewirkt, daß in gleichen Zeiten gleiche Wege zurückgelegt werden.

Endlich hängt die Genauigkeit noch von der Behandlung des Uhrwerkes ab. Bei gewöhnlichen Uhrwerken mit Federantrieb hängt der Gang bekanntlich von der Spannung der Feder ab; soll also der Gang möglichst gleichförmig sein, so muß man für gleichmäßige Spannung der Feder sorgen. Man erreicht dieses, indem man die Feder nur mäßig aufzieht und nach jedem Versuche nachspannt. Es ist deshalb vorteilhaft auf dem Uhrschlüssel und dem Federgehäuse je einen Strich anzubringen und diese nahezu in gleicher Richtung zu halten.

7.

APPARAT ZUR DEMONSTRATION DER GERADLINIGEN RESULTANTE ENTGEGENGESETZTER KREISSCHWINGUNGEN UND DER DREHUNG DER SCHWINGUNGSRICHTUNG.

Von A. SCHULLER.[1])

Der Apparat ist in Fig. 1 abgebildet. B und b sind Rollen auf gesonderten Ständern, deren Drehungsachse O und o in einer Geraden liegt. I und J sind ähnliche, voneinander unabhängig drehbare Rollen mit vertikaler Achse, während die Achsen der früheren horizontal liegen.

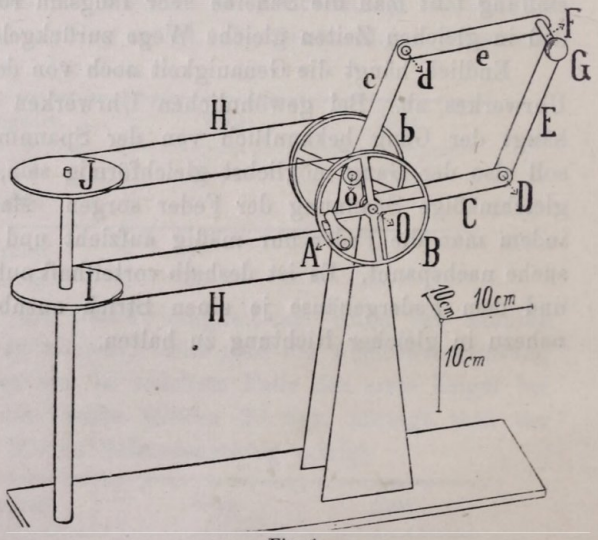


Fig. 1.

Über die vier Rollen ist ein Faden H, H mit regulierbarer Spannung gelegt, infolge dessen sich B und b in entgegengesetzter Richtung drehen, wenn man die Kurbel A betätigt.

Auf der inneren Seite der Rollen B und b sind die Arme C resp. c befestigt, die an den Enden bei D und d Drehungs-

1) Aus Math. és Phys. Lapok 23, 110. 1914.

achsen tragen, um welche sich die Arme E resp. e drehen. Letztere sind mittels der gemeinsamen Achse F verbunden, an die der gut zu beleuchtende Hohlspiegel G auf der den Beobachtern zugewandten Seite befestigt ist.

Um den Apparat in Gang zu setzen, bringt man ihn in die gezeichnete Lage und dreht die Kurbel A ziemlich schnell und möglichst gleichmäßig. Dann bewegen sich die Punkte D, d im Kreise herum und zwar in entgegengesetzter Richtung aber mit gleicher Geschwindigkeit, wenn die Rollen B und b gleich sind.

Die Arme C, c, E und e sind gleich lang, daher vollführen die Punkte der Achse F, resp. der Mittelpunkt des Spiegels G die Resultierende der beiden Kreisbewegungen, die bei gleichem Durchmesser der Rollen gerade ist.

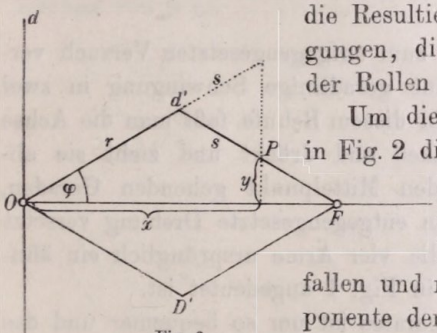


Fig. 2.

Um dies zu zeigen, denken wir uns in Fig. 2 die nicht gezeichnete Anfangslage derart, daß die vier Arme C, c, E, e in eine durch den Punkt O gehende Vertikale fallen und rechnen die horizontale Komponente der Verrückung des Punktes d von jener Anfangslage, so beträgt diese Komponente offenbar $r \cdot \cos \varphi$. Ebenso groß ist die horizontale Komponente der Verrückung des Punktes D. (Fig. 1.)

Wenn nun die beiden Verrückungen infolge geeigneter Koppelung im Punkte O gleichzeitig zur Geltung kommen, so ist die resultierende Verrückung offenbar $2r \cdot \cos \varphi$, weil die entgegengesetzten und gleichen vertikalen Komponenten einander vernichten.

Nun ist OF infolge der parallelogrammartigen Verbindung der vier Arme ebenfalls gleich $2r \cdot \cos \varphi$, der Ausschlag von F ist also in bezug auf Größe und Richtung gleich der Resultierenden der beiden Kreisbewegungen.

Bei gleichförmiger Drehung vollführt also F eine harmonische Bewegung mit der Amplitude $2r$.

So lange die Durchmesser der Rollen B und b gleich sind, ist die Bewegung geradlinig, mit gleichbleibender Richtung, die

man aber beliebig wählen kann. Wird aber die eine Rolle etwas vergrößert, wozu es genügt einen Wollfaden oder dergleichen unter den Faden H laufen zu lassen, was man aber auch mit einer zweiten Rinne der Rolle erreichen könnte, so ändert sich die Richtung der Bewegung beständig, ohne daß die Abweichung von der Geraden auffallen würde.

In diesem Zustand ahmt der Apparat die Drehung der Schwingungsrichtung (resp. der Polarisiationsebene) des Lichtes nach, welche im Quarz oder einer Zuckerlösung bei zunehmender Schichtendicke erfolgt. Auch erinnert er an das Licht, welches aus DOVES drehbarem Nicol austritt, und das natürliche Licht nachahmt.

Der Apparat kann auch zum entgegengesetzten Versuch verwendet werden, bei dem eine geradlinige Schwingung in zwei kreisförmige zerlegt wird. Zu diesem Behufe faßt man die Achse F mit einem geeigneten Haken und drückt und zieht sie abwechselnd in einer durch den Mittelpunkt gehenden Geraden, wobei die Rollen B und b in entgegengesetzte Drehung versetzt werden, vorausgesetzt, daß die vier Arme ursprünglich ein ähnliches Viereck bildeten, wie in Fig. 1 angedeutet ist.

Die Behandlung des Apparates ist um so bequemer und das Resultat umso sicherer, je geringer die Zapfenreibung ist. Außerdem ist erforderlich, daß die vier Arme gleich lang seien und die Achsen von B und b in dieselbe Richtung fallen. Trotzdem kann es bei langsamer Drehung vorkommen, daß die Arme E und e in dem Augenblick, in dem D und d in dieselbe Höhe gelangen, infolge ihres Gewichtes gleichzeitig herabkippen, anstatt sich in entgegengesetzten Richtungen zu bewegen. Um dies zu vermeiden ist es ratsam, die genannten Arme nach rückwärts zu verlängern und derart zu äquilibrieren, daß auch das Gewicht des Spiegels G ausgeglichen ist. Weniger wichtig ist eine ähnliche Ausgleichung der Arme C und c.

Wenn die freien Enden der verlängerten Arme E und e ebensoweit von den Achsen D und d entfernt sind, wie F, so bewegen sich jene Enden ebenfalls auf einer geraden Linie, die zur Bewegungsrichtung von F senkrecht steht.

Eine bemerkenswerte Eigenschaft des Apparates ist auch,

daß jeder Punkt der Mittellinie von E oder e eine Ellipse beschreibt.

Sei z. B. die Entfernung des Punktes P in Fig. 2 von d' gleich s, dann sind die Koordinaten des Punktes:

$$x = (r + s) \cos \varphi$$
$$y = (r - s) \sin \varphi.$$

Daher ist:

$$\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1 = \frac{x^2}{(r+s)^2} + \frac{y^2}{(r-s)^2}$$

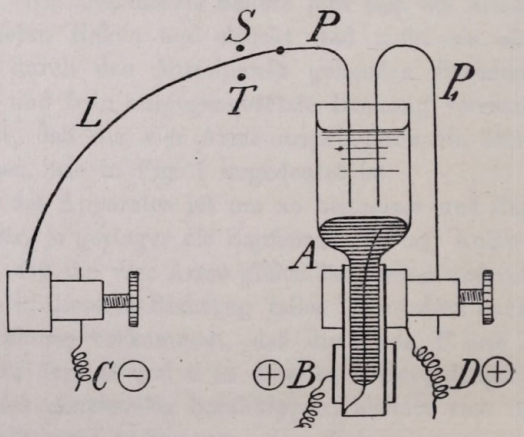
die Gleichung einer Ellipse, deren Hauptachsen $(r + s)$ und $(r - s)$ sind. Welches die größere Achse ist, hängt vom Vorzeichen von s ab.

8.

EINFACHER QUECKSILBERUNTERBRECHER FÜR EIN PENDEL MIT ELEKTROMAGNETISCHEM BETRIEB.

Von A. SCHULLER.[1])

Bei einem elektromagnetisch betätigten Pendel darf der Strom im Falle eines Gleichstromes nur während der einen Bewegungsrichtung wirken. Man kann zwar auch ein Pendel auf dieselbe Weise in Schwingung erhalten, wie es beim NEEF'schem Hammer geschieht, wobei die Selbstinduktion eine wesentliche Rolle spielt, die bei einem amalgamierten Platindraht noch durch die Kapillarität wesentlich unterstützt wird, aber der Wirkungsgrad ist ungünstig, weil ein großer Teil des Stromes nutzlos vergeudet wird, überdies auch die Schwingungsdauer bedeutend verändert werden kann.



Diesem Umstande abzuhelfen ist die in der nebenstehenden Figur angedeutete Kontaktvorrichtung berufen.

Die wesentlichen Bestandteile derselben sind das schon früher[2])

1) Aus: Math. és Phys. Lapok 23, 161. 1914.

2) Dauerhafter Quecksilber-Kontakt, Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn. III, 159. 1885 und Über elektrische Registrier-Apparate. XI, 271. 1892.

veröffentlichte Quecksilbergefäß A und eine sehr dünne und elastische Feder oder auch ein Draht L, der am unteren Ende fest eingeklemmt ist und an dessen oberes Ende der Platindraht P gelötet ist, der zeitweise ins Quecksilber taucht.

Die genannten Teile sind auf einer besonderen Platte befestigt, welche am Gestelle oder am Gehäuse des Pendels in vertikaler Richtung verstellt werden kann.

Ferner sind am Pendel selbst zwei Stifte oder Anschläge S und T derart angebracht, daß sie sich der in der Figur vorausgesetzten Einrichtung entsprechend nahezu vertikal bewegen, sich also mit der Drehungsachse des Pendels ungefähr in gleicher Höhe befinden.

Diese Vorrichtung wird bei B und C mit der Leitung der Stromquelle und des Elektomagneten in der angedeuteten Weise verbunden, so daß der Strom bei D eintritt und der Platindraht den Stromkreis beim Eintauchen ins Quecksilber schließt und bei der entgegengesetzten Bewegung wieder unterbricht.

Bedingung für die richtige Wirkungsweise ist die vollkommene Amalgamierung des Drahtes P, welche das Ankleben des Quecksilbers sichert; ferner ein solcher Grad von Biegsamkeit der Feder L, daß die kapillare Anziehung von seiten des Quecksilbers imstande ist, den Draht der elastischen Kraft entgegen herabzuziehen.

Die Amalgamierung verbürgt bei der erwähnten Stromesrichtung das mit einigen Taustendstel Salpetersäure angesäuerte Wasser[1]), welches das Quecksilber bedeckt, während die Dauerhaftigkeit durch die zwischen B und D geschaltete Spannung gesichert wird, welche durch Vermittlung des im Wasser endigenden Platindrahtes P_1 das gebildete Quecksilbersalz zersetzt und so die Salpetersäure immer wieder regeneriert. Der Draht P wird aber erst durch den mehrmals unterbrochenen Strom amalgamiert, also erst einige Zeit nachdem das Pendel in Gang gesetzt wurde, bleibt aber dann immer in diesem Zustande, so lange genügend salpeterraurehältiges Wasser vorhanden ist.[2])

1) L. c.

2) Eine geeignete Mariottesche Flasche ist in der zweiten zitierten Mitteilung angegeben.

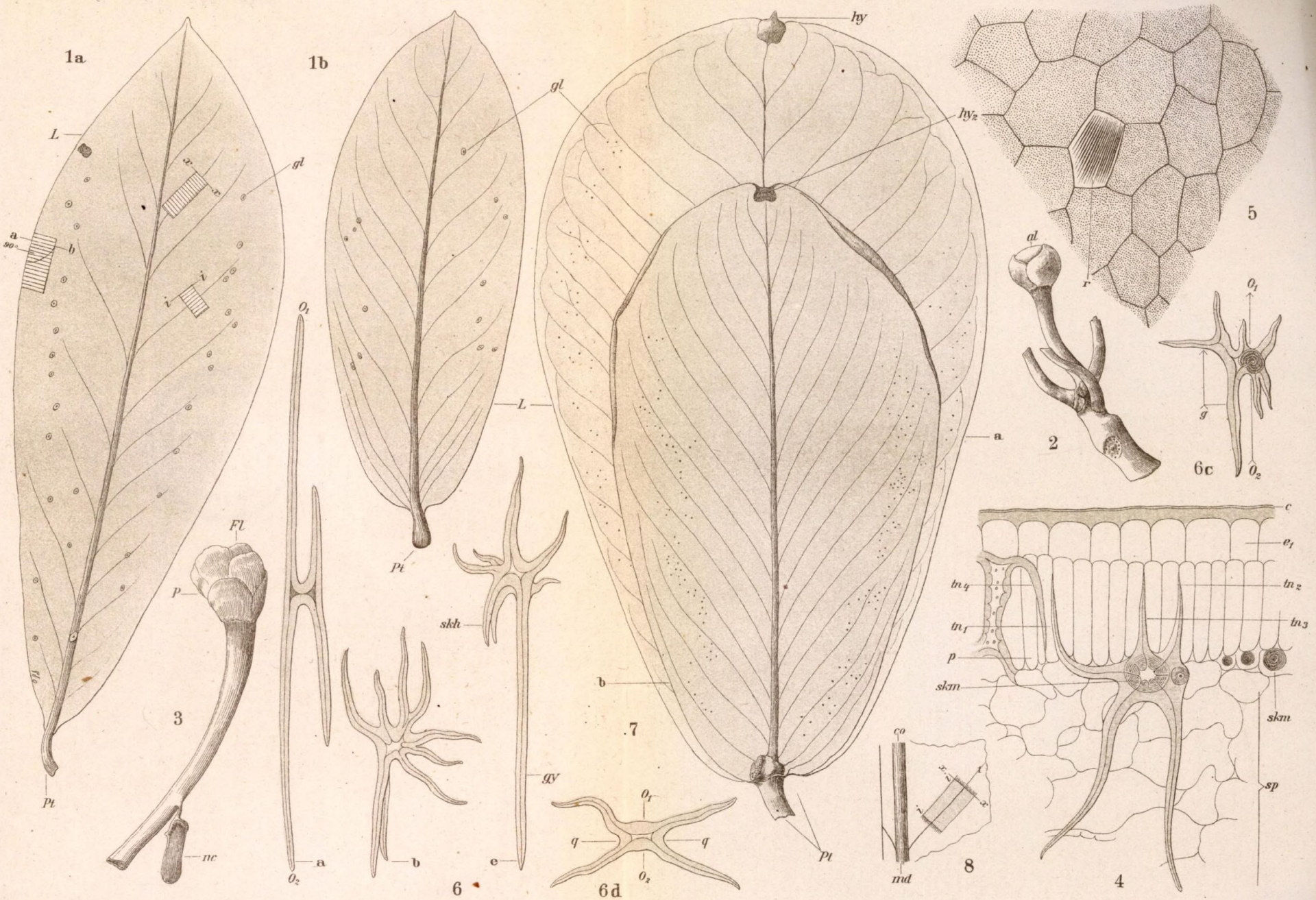
Die Biegsamkeit der Feder L kann man durch Abätzen erreichen. Man gibt eine feine Uhrfeder aus Stahl in sehr verdünnte Schwefelsäure, die man anfangs zur Beschleunigung der Ätzung erhitzen kann. Wenn die gehörige Biegsamkeit erreicht ist, so empfiehlt es sich, zur Vermeidung des Rostens die Feder abzuschleifen und einzufetten, oder in anderer Weise zu schützen.

Bei der Einstellung sorgt man zunächst dafür, daß der Draht P in der Ruhelage des Pendels vom Quecksilber 1—2 mm entfernt sei, während die Feder L den Anschlag S entschieden berührt. Wenn dann der genannte Anschlag während der Schwingung des Pendels den Draht P 2—3 mm herabdrückt, so erreicht dieser das Quecksilber, und falls die Amalgamierung schon vollständig ist, wird der Draht ins Quecksilber gezogen, so daß sich die Feder L von S loslöst und auf T stützt.

Nehmen wir an, daß sich S und T auf der rechten Seite des Pendels befinden, das Pendel also von rechts nach links geschwungen ist, so war der Elektromagnet solange stromlos, bis P das Quecksilber nicht erreichte, was erst bei bedeutendem Ausschlag eintreten möge, in einer Lage, in welcher der Elektromagnet nur mit geringer Kraft wirkt, da seine Hauptwirkung auf die Umgebung der Gleichgewichtslage beschränkt sein soll.[1]) Dann bleibt P auch während der Schwingung von links nach rechts mit dem Quecksilber in Berührung, auch dann noch, wenn S den Draht nicht mehr herabdrückt, weil die Kapillarität die Federkraft überwiegt. Dieser Zustand dauert so lange fort, bis der Stift T den Draht aus dem Quecksilber heraushebt, was kurz nach Überschreiten der Gleichgewichtslage erfolgen möge. Dadurch wird der Strom unterbrochen, und der Elektromagnet wirkt nur infolge des remanenten Magnetismus auf das Pendel.

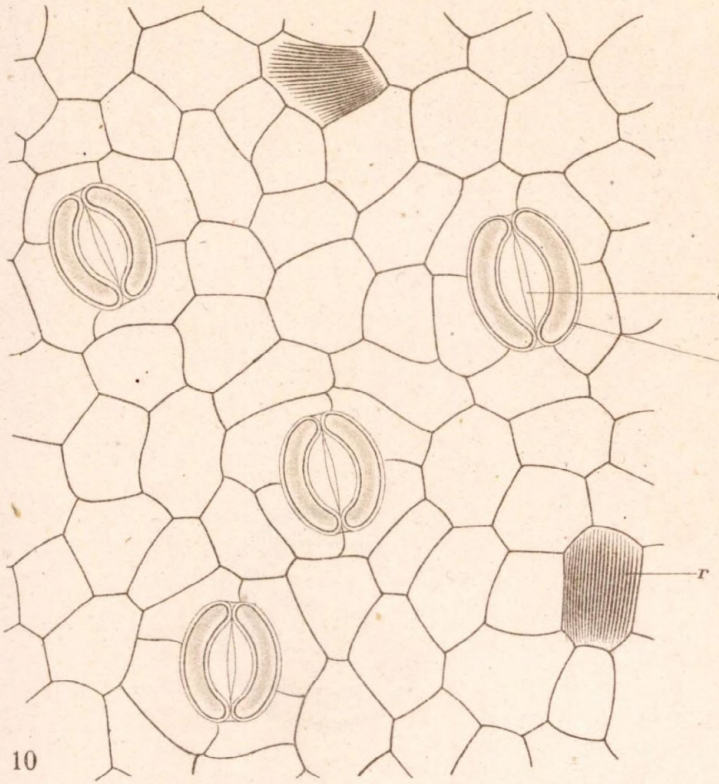
Die erforderliche Einstellung erreicht man dadurch, daß man die Entfernung zwischen S und T reguliert und die Kontaktvorrichtung entsprechend hebt oder senkt.

1) Eine entsprechende Einrichtung siehe l. c. III. Band.

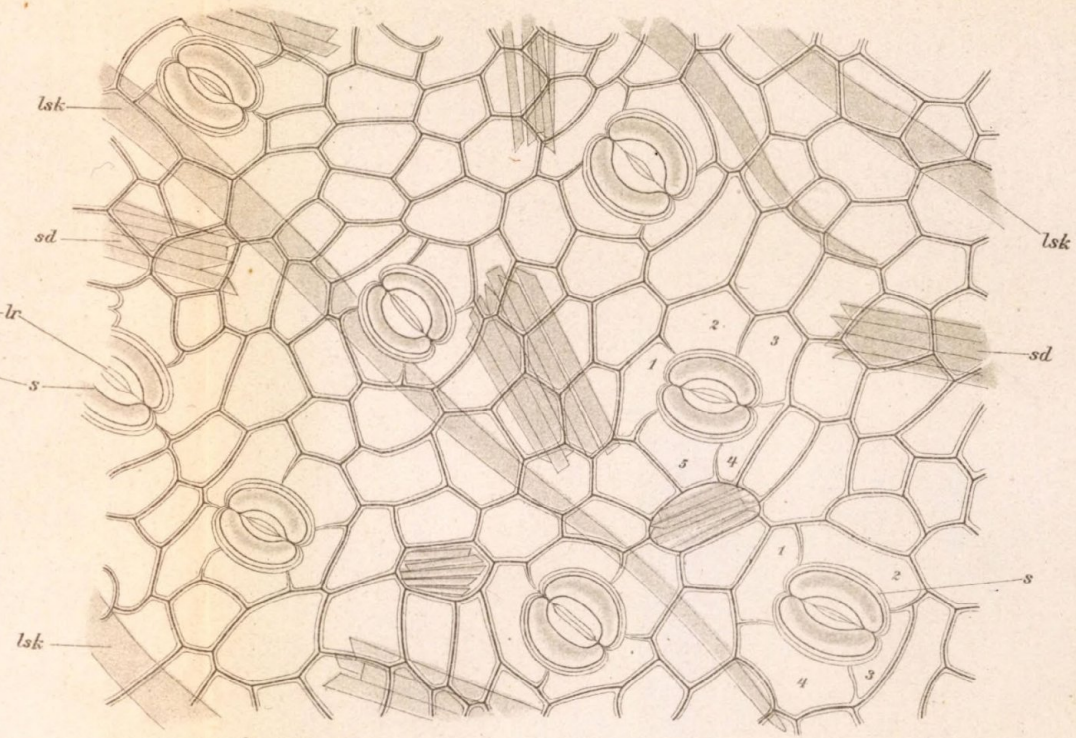


del. A. Richter: Vindobonae a. 1915.

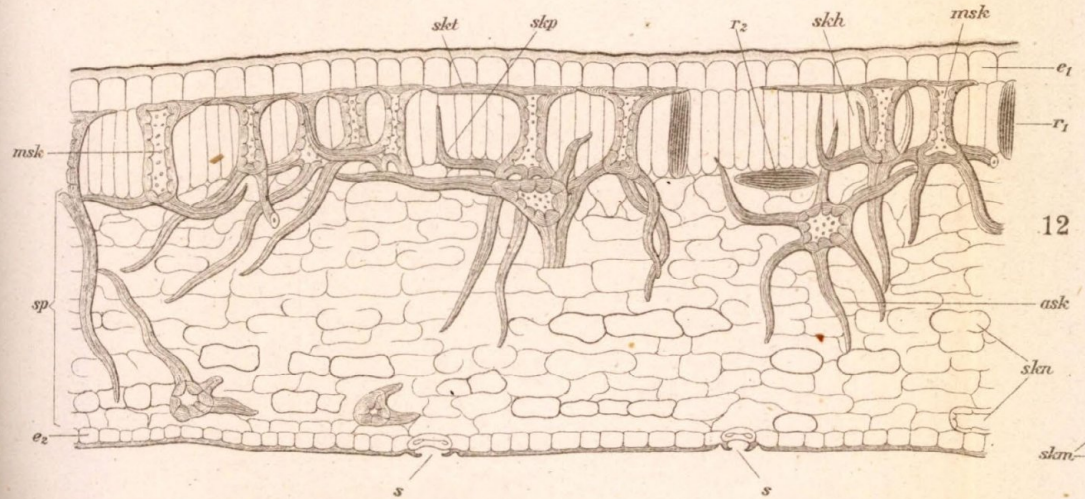
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



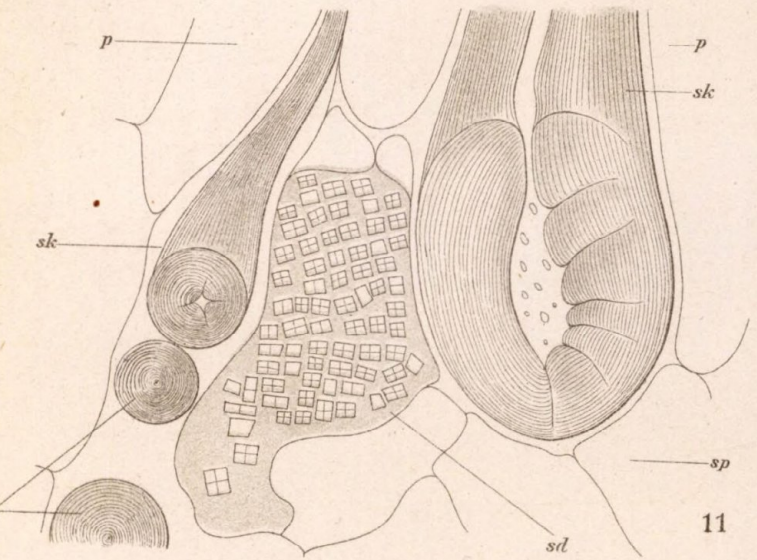
10



9

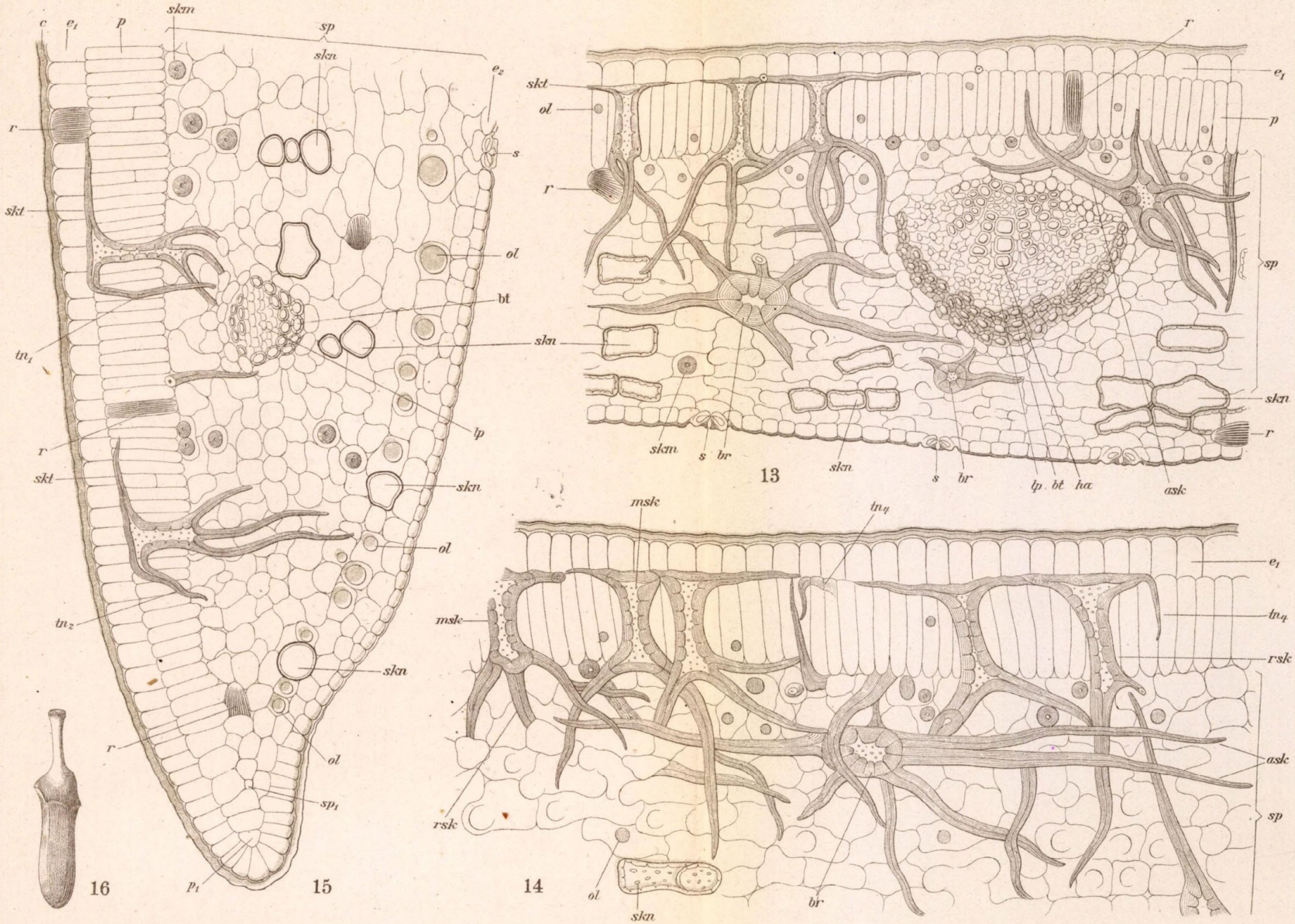


12



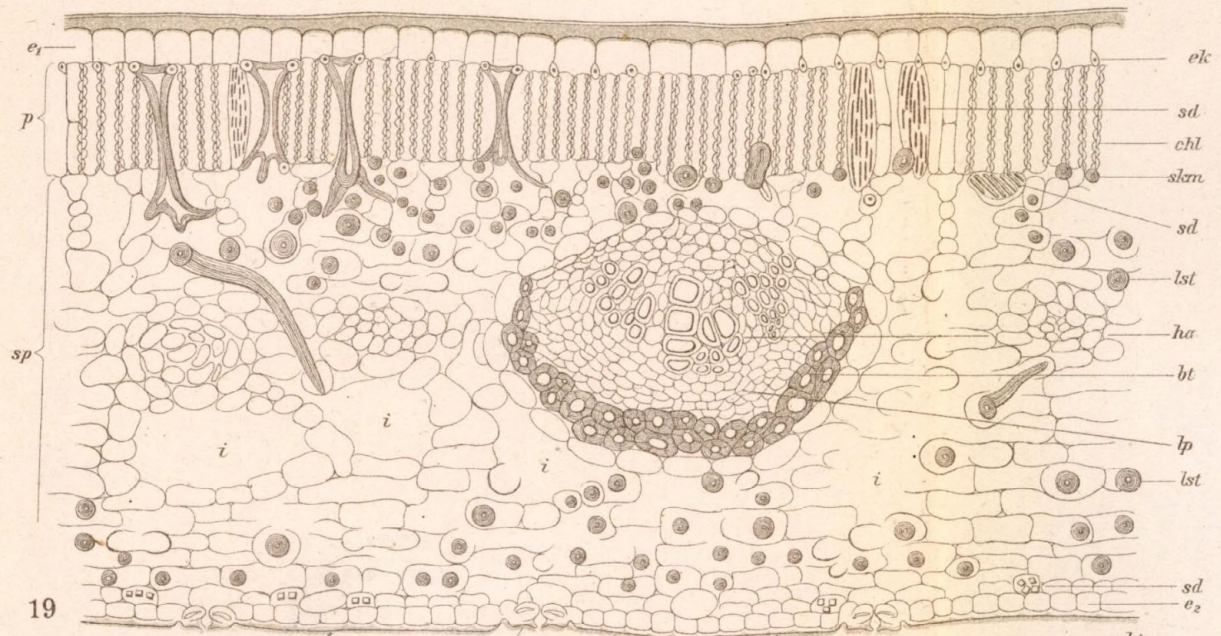
11

del. A. Richter: Vindobonae a. 1915.
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

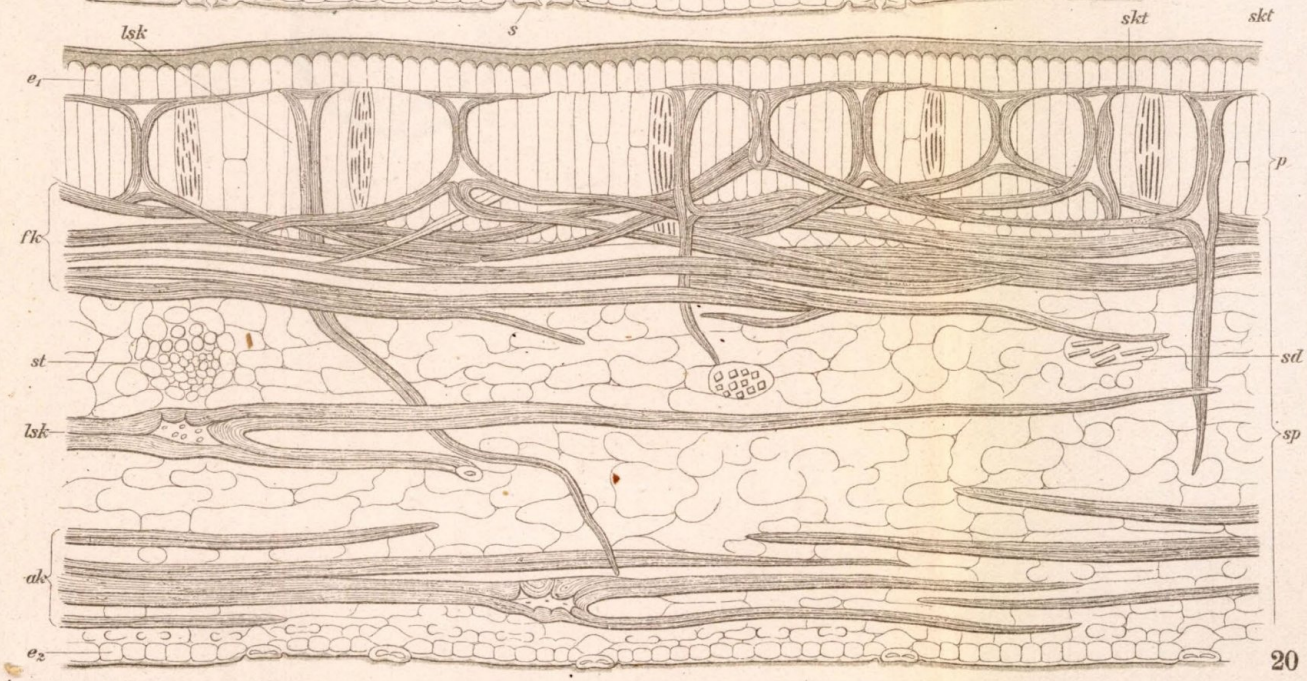


del. A. Richter: Vindobonae a. 1915.

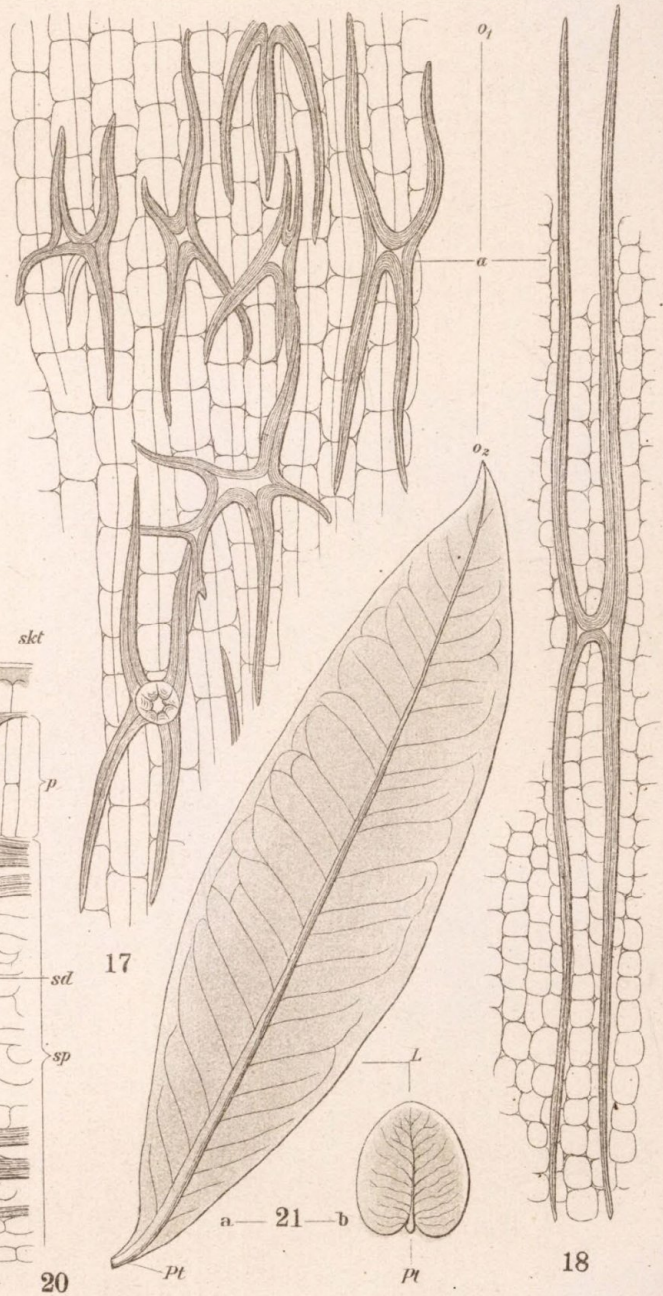
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



19



20

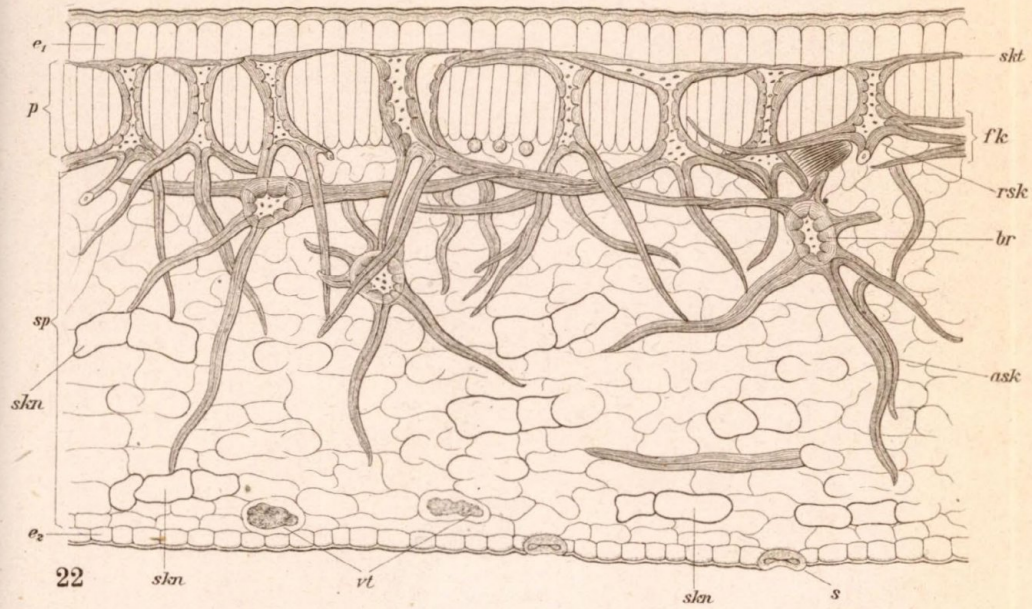


17

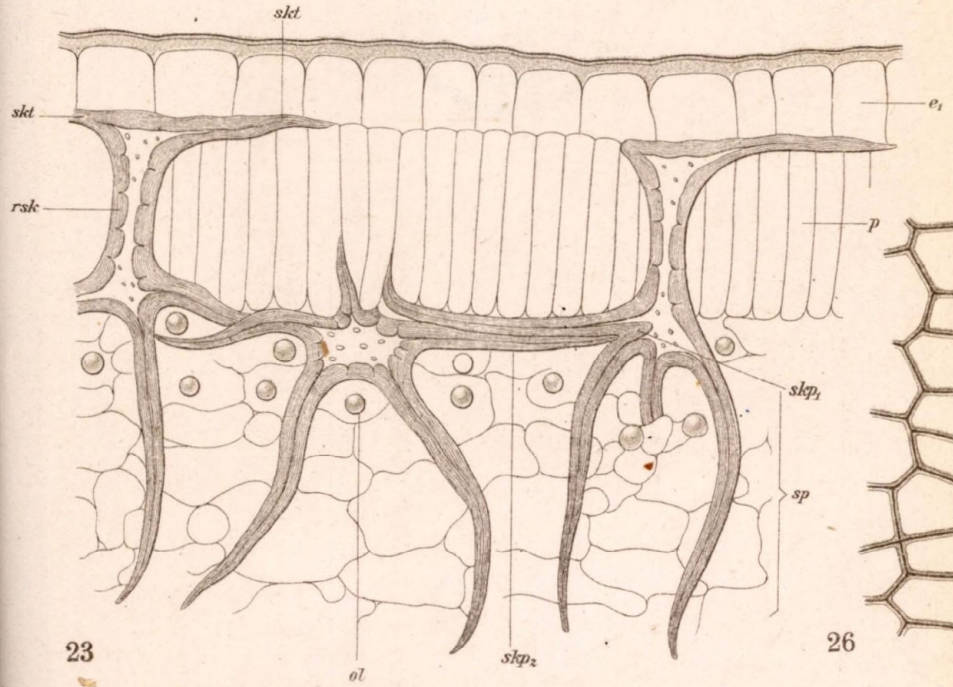
18

del A. Richter: Vindobonae a. 1915.

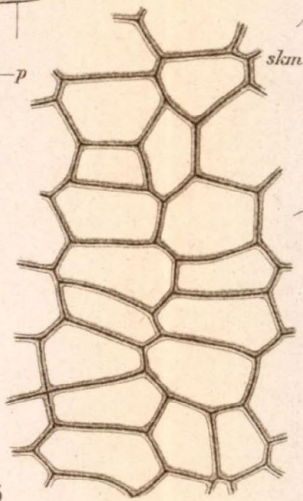
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



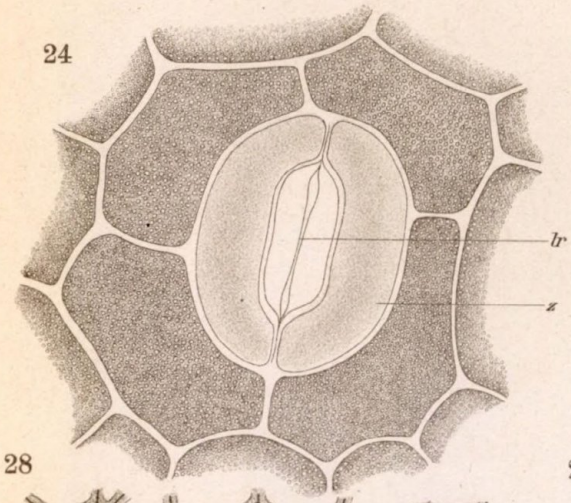
22



23

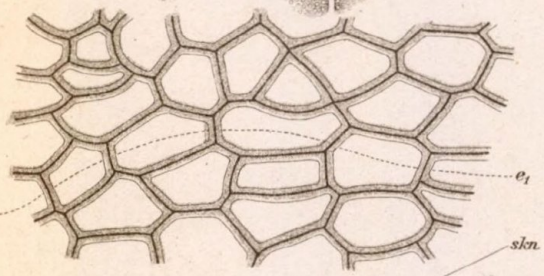


26

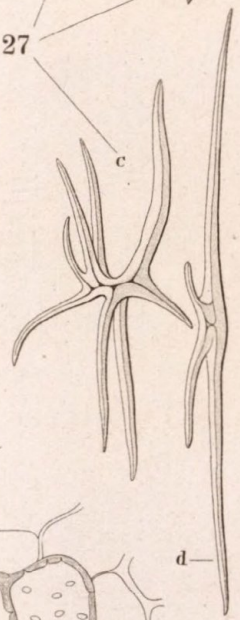


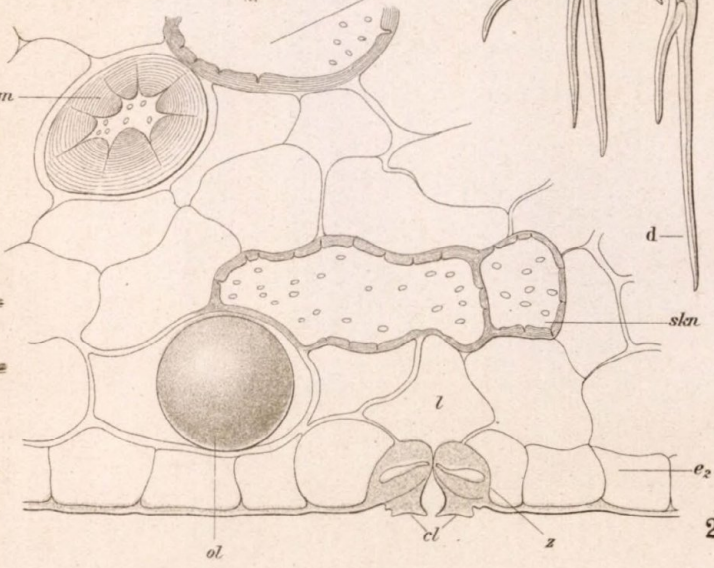
24

28



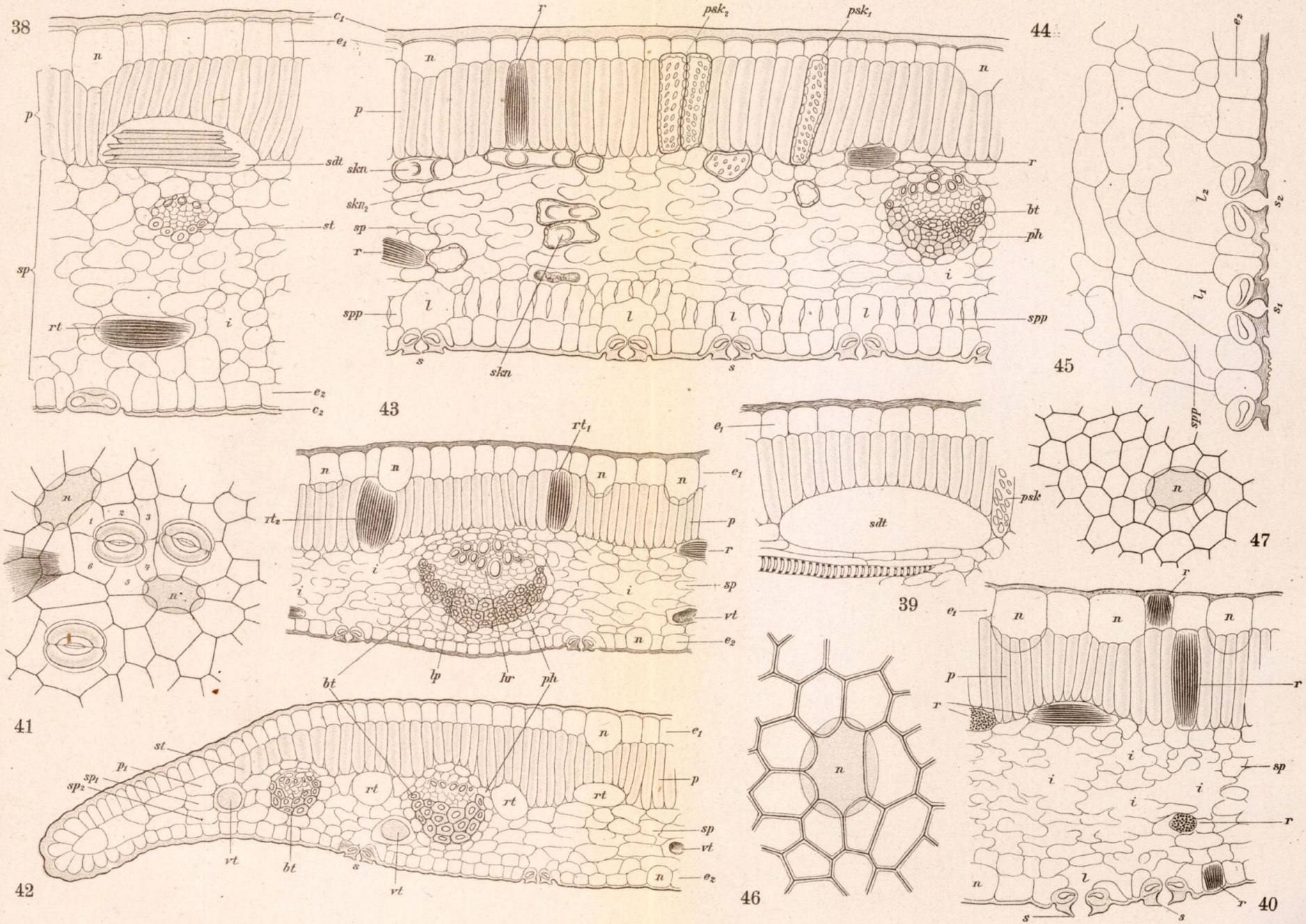
27





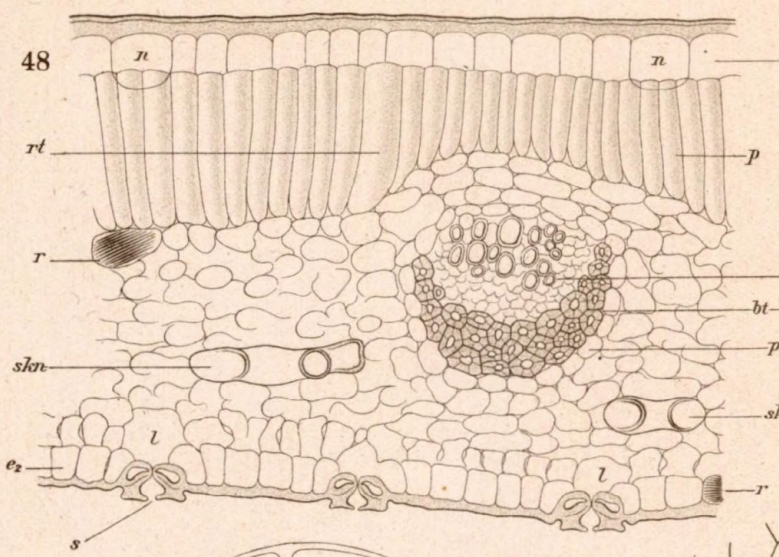
25

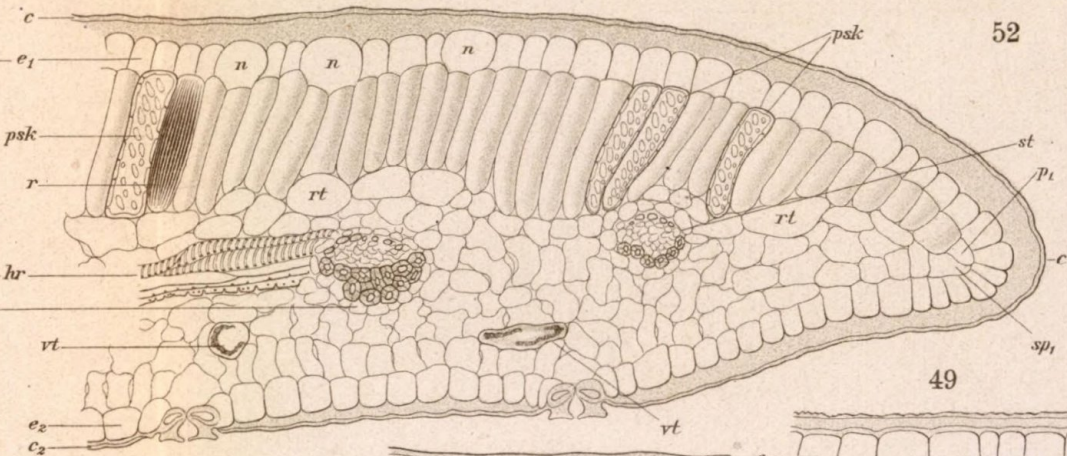
Tafel VII.

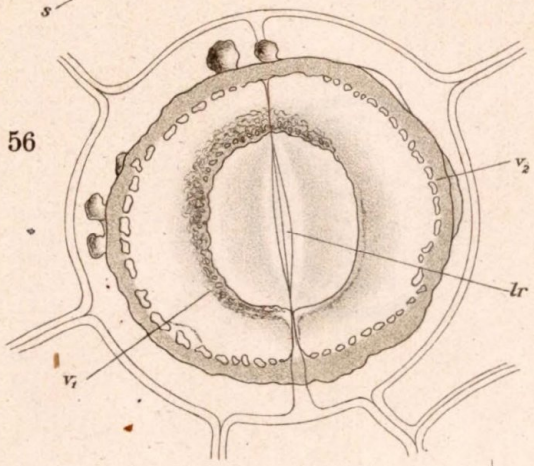


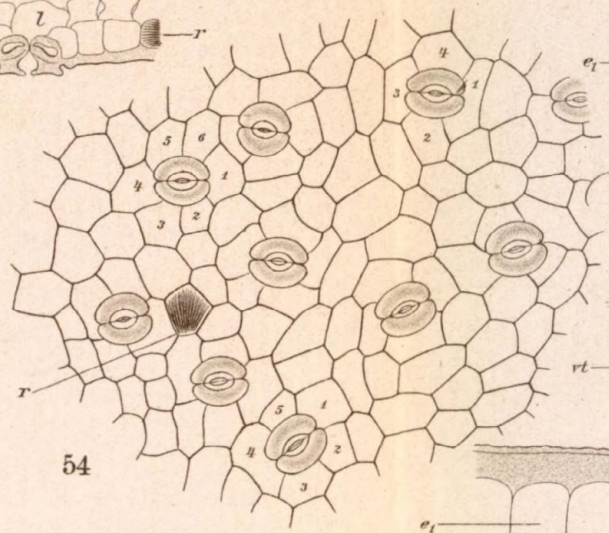
del. A. Richter: Vindobonae a. 1915.

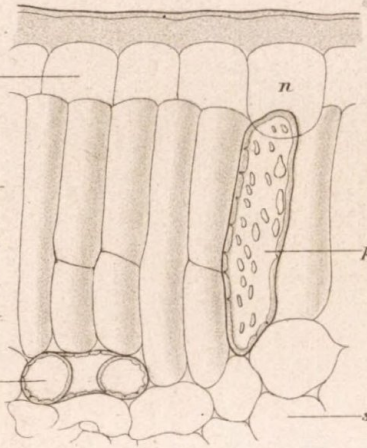
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

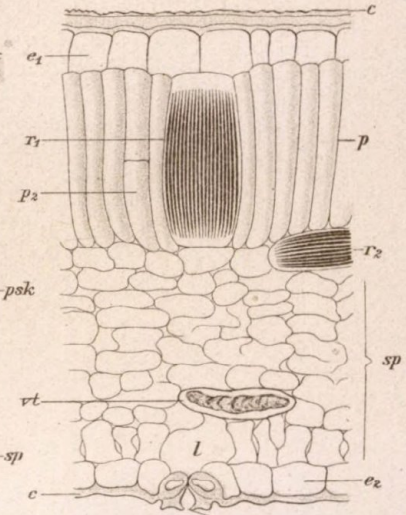


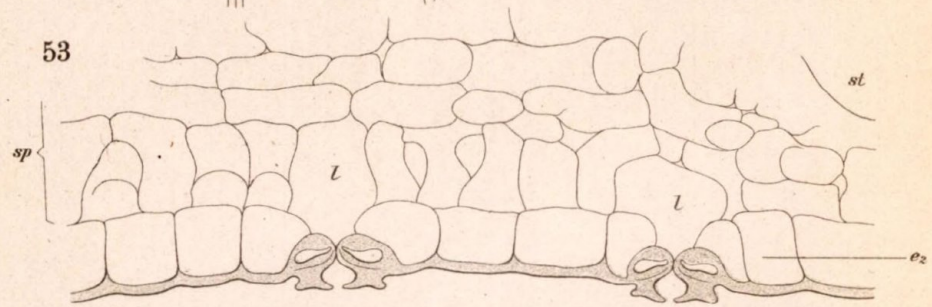


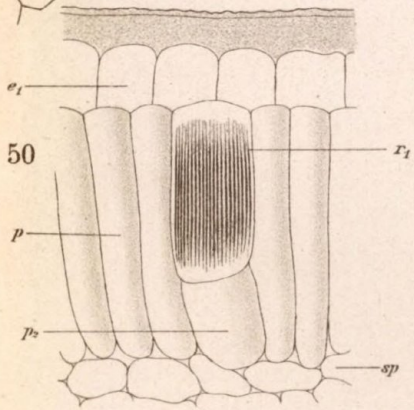


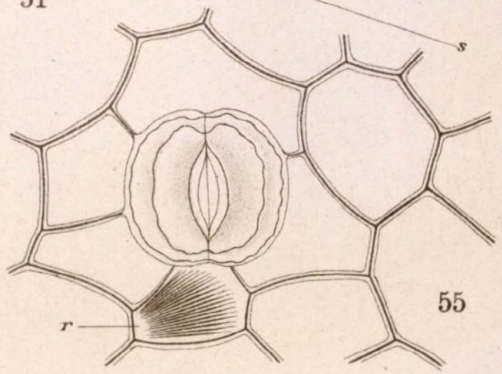






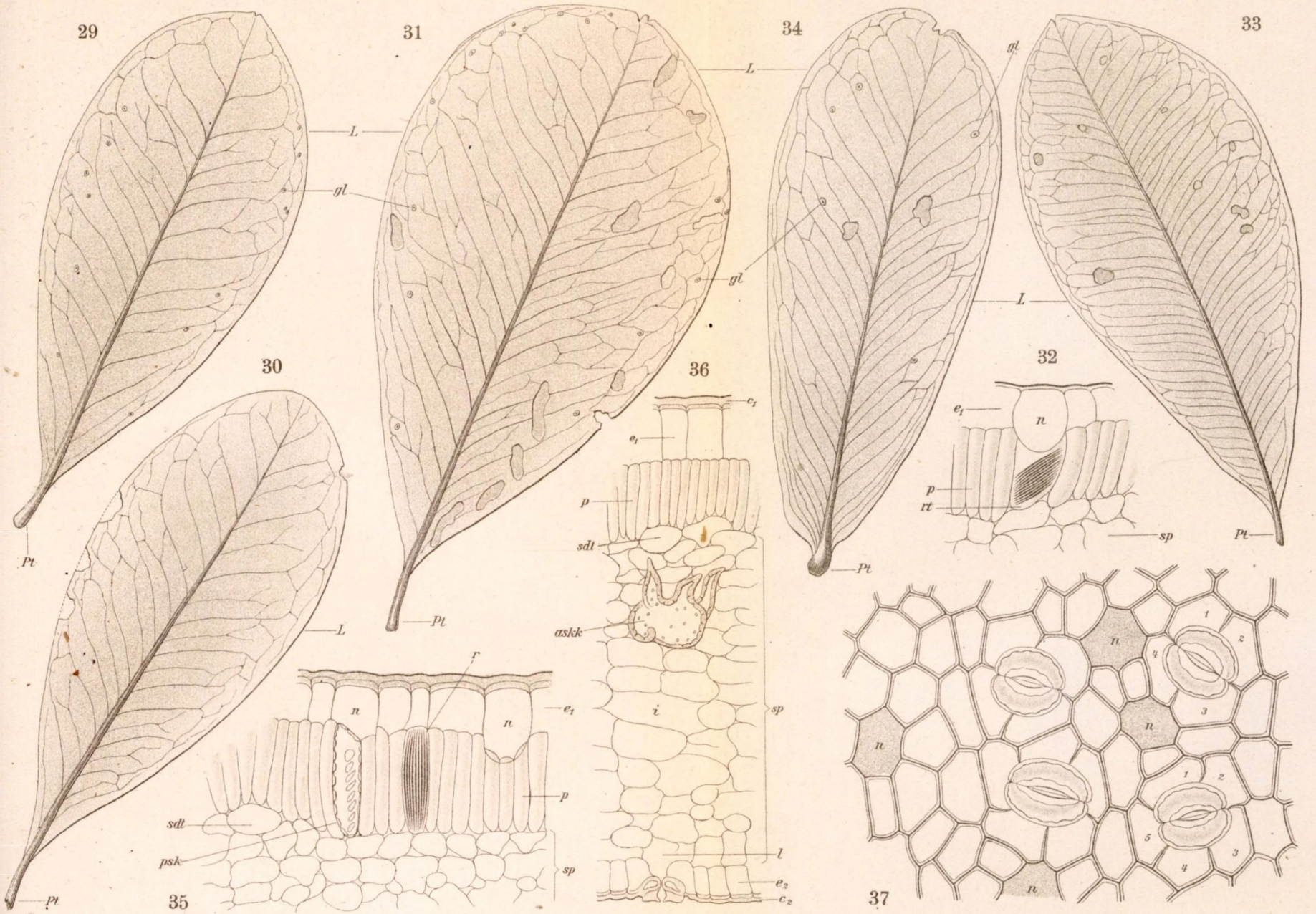






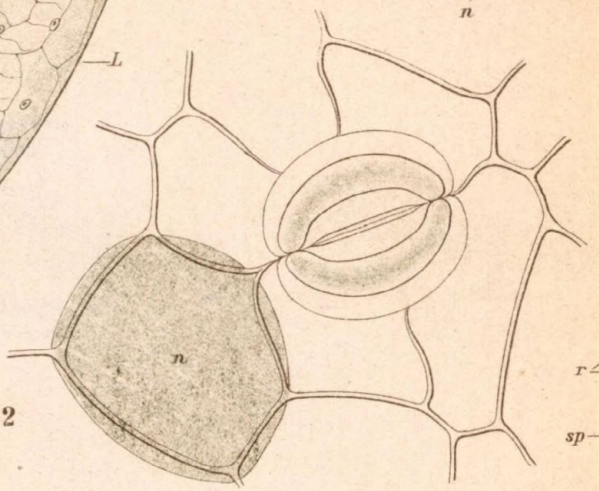
del A. Richter: Vindobonae a. 1915.

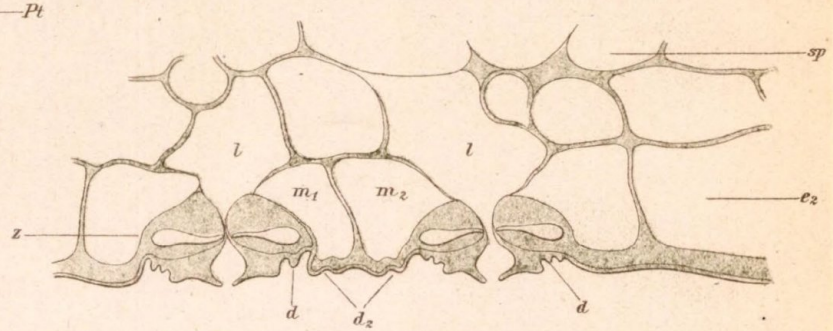
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

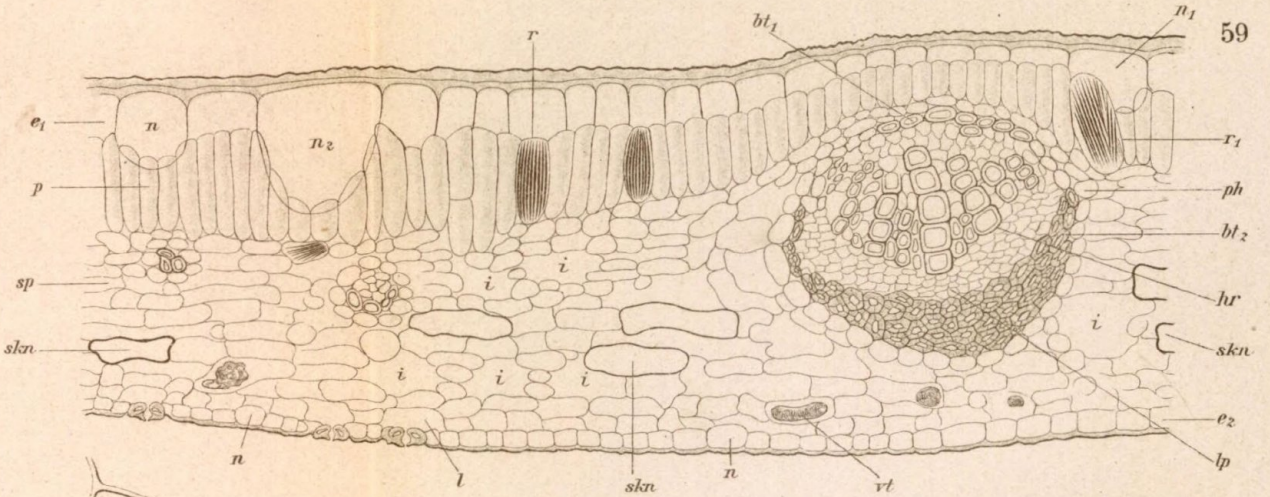


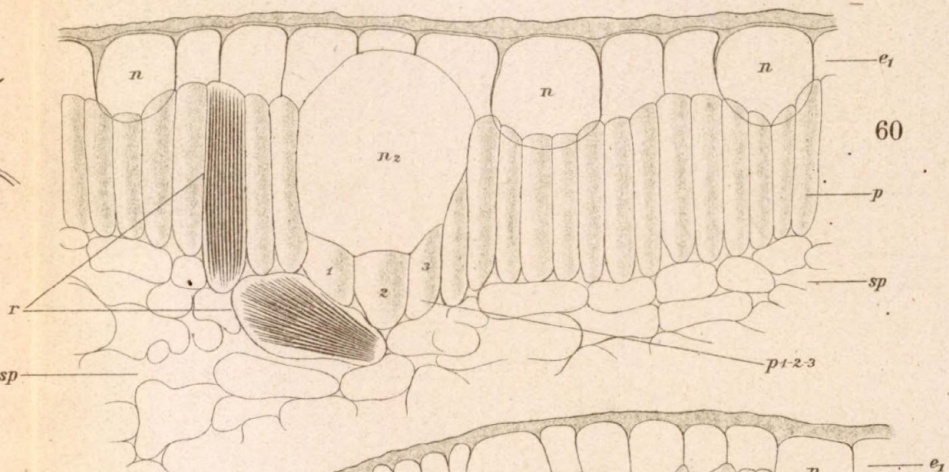
del. A. Richter: Vindobonae a. 1915.

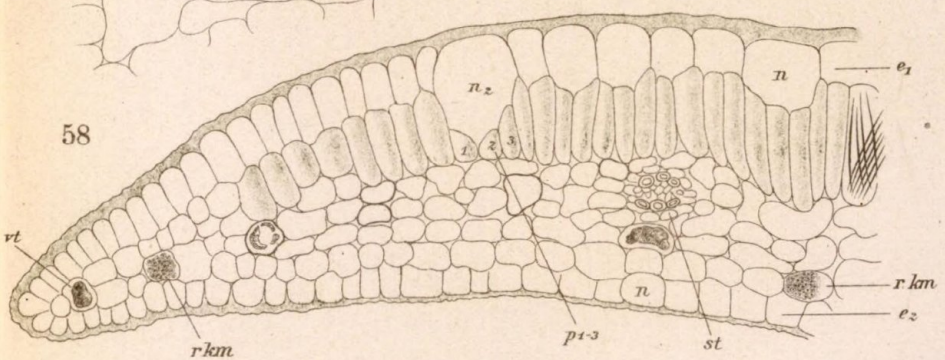
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





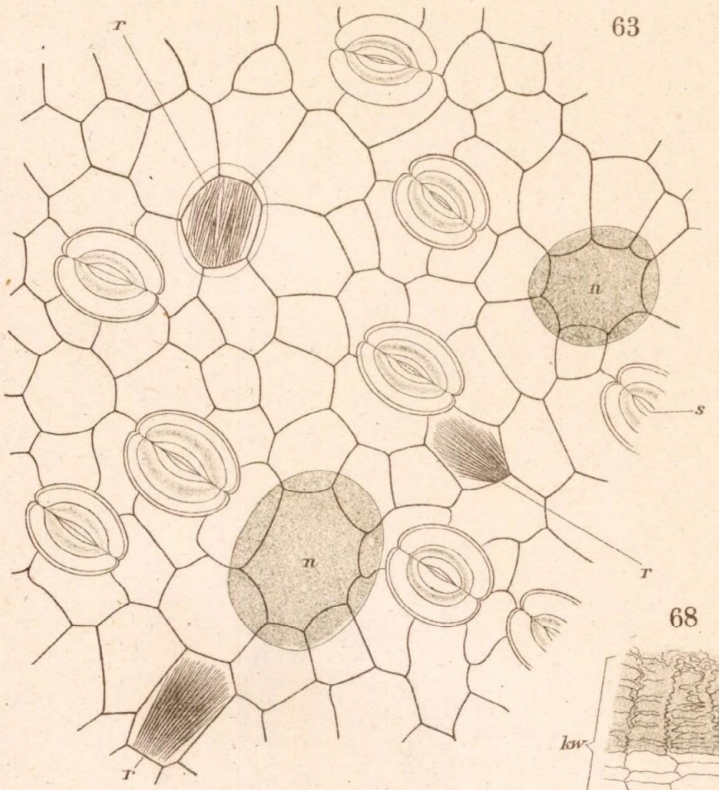




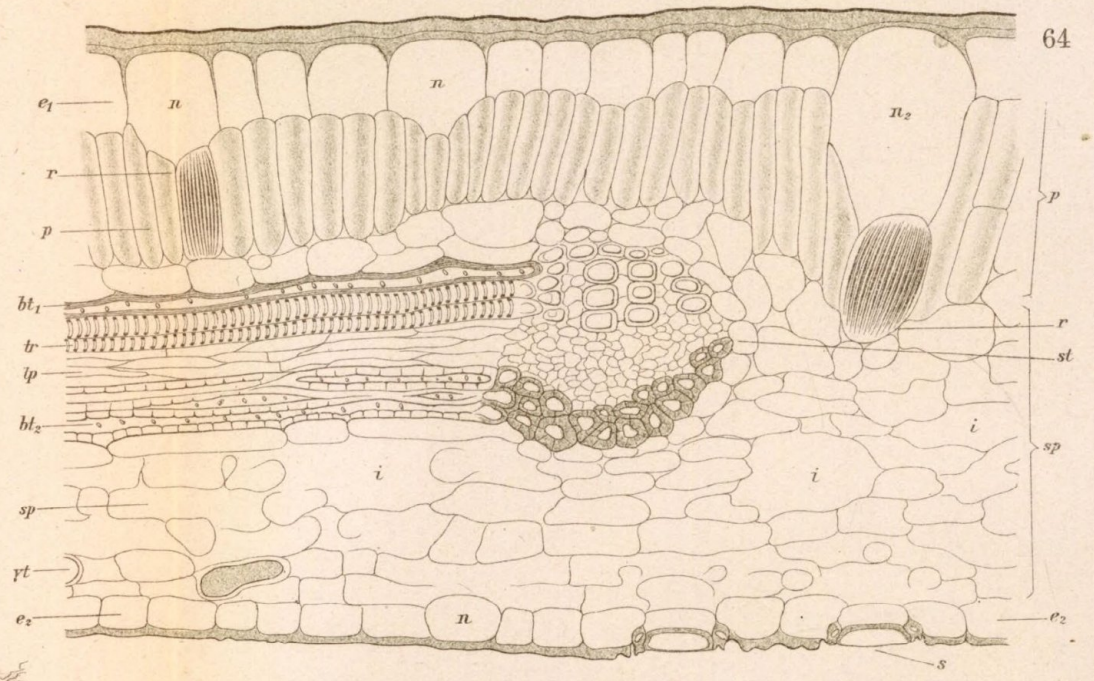


del. A. Richter: Vindobonae a. 1915.

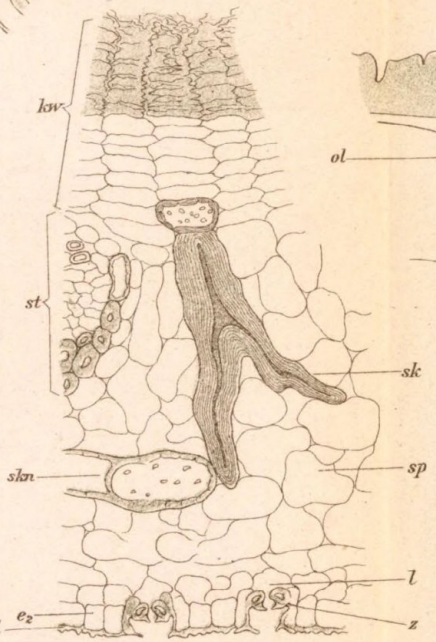
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



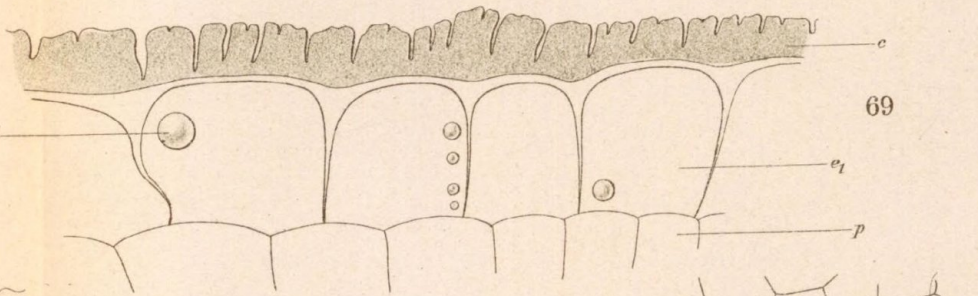
63



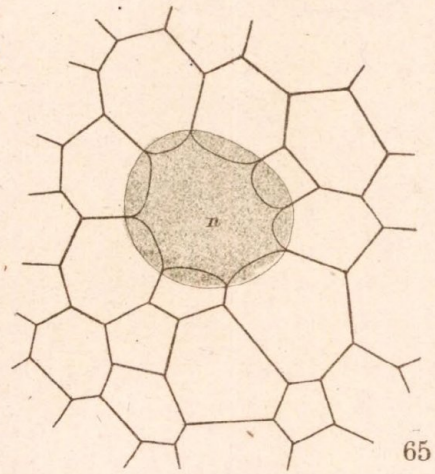
64



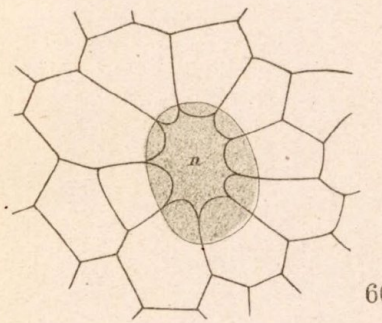
68



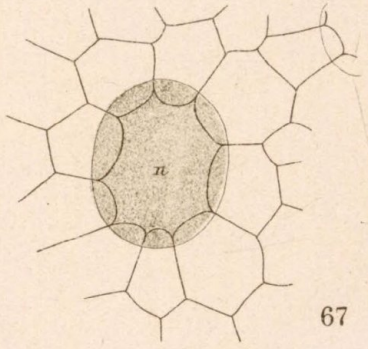
69



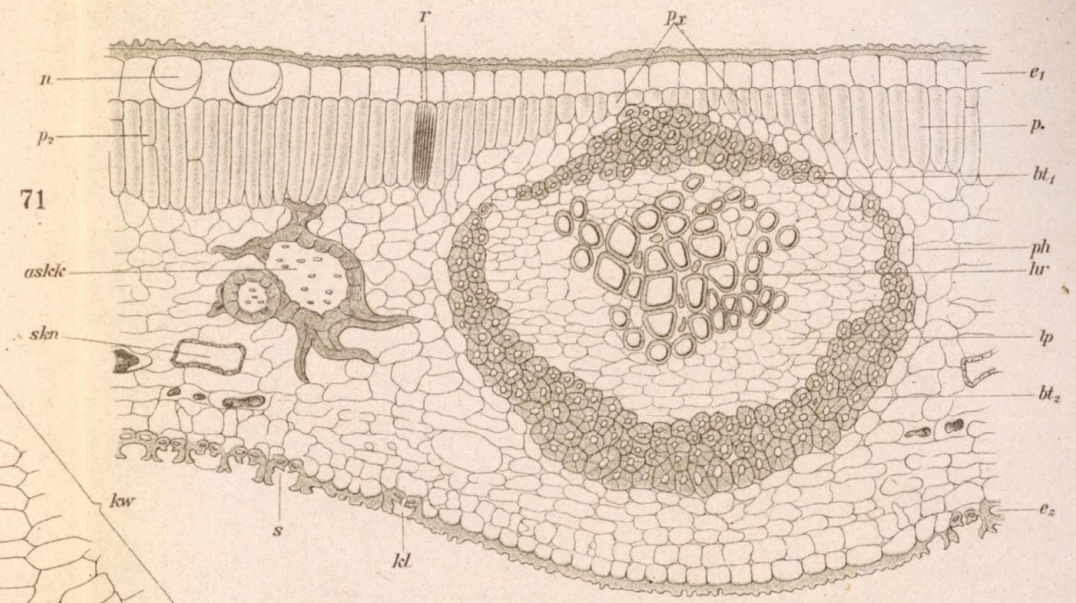
65

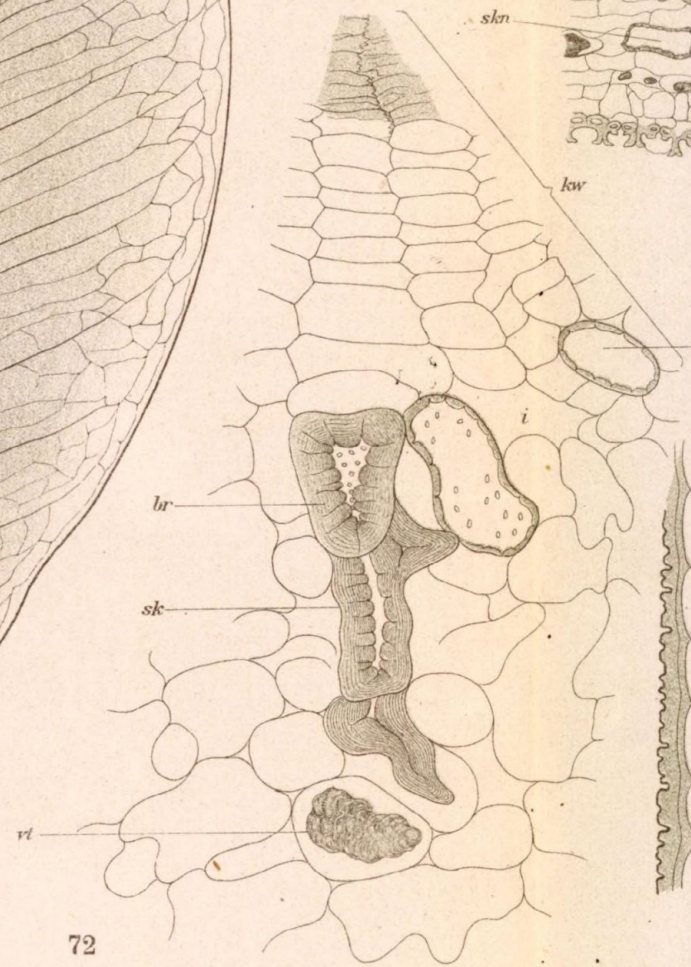


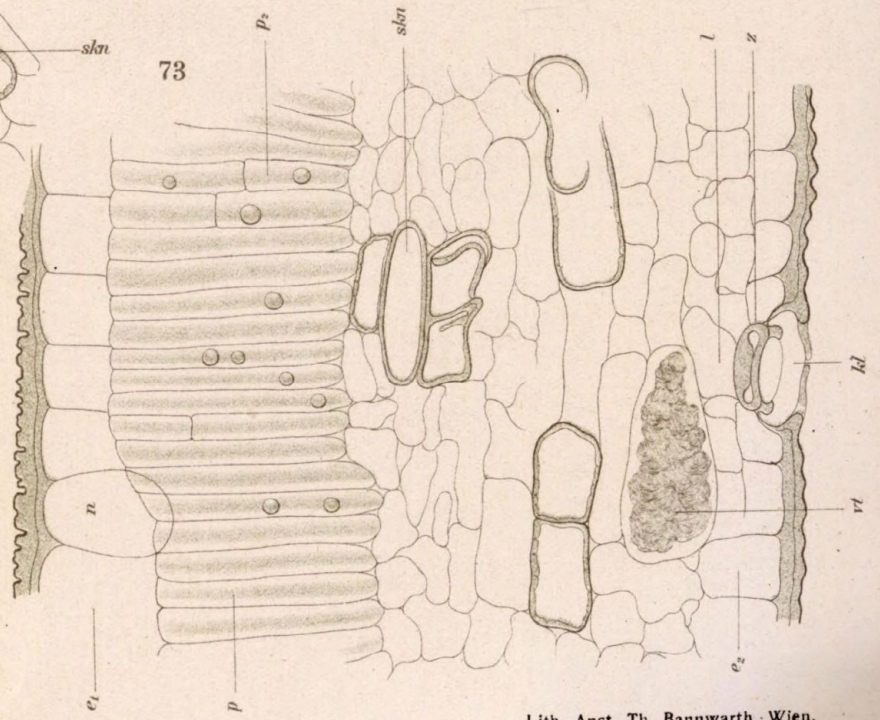
66



67



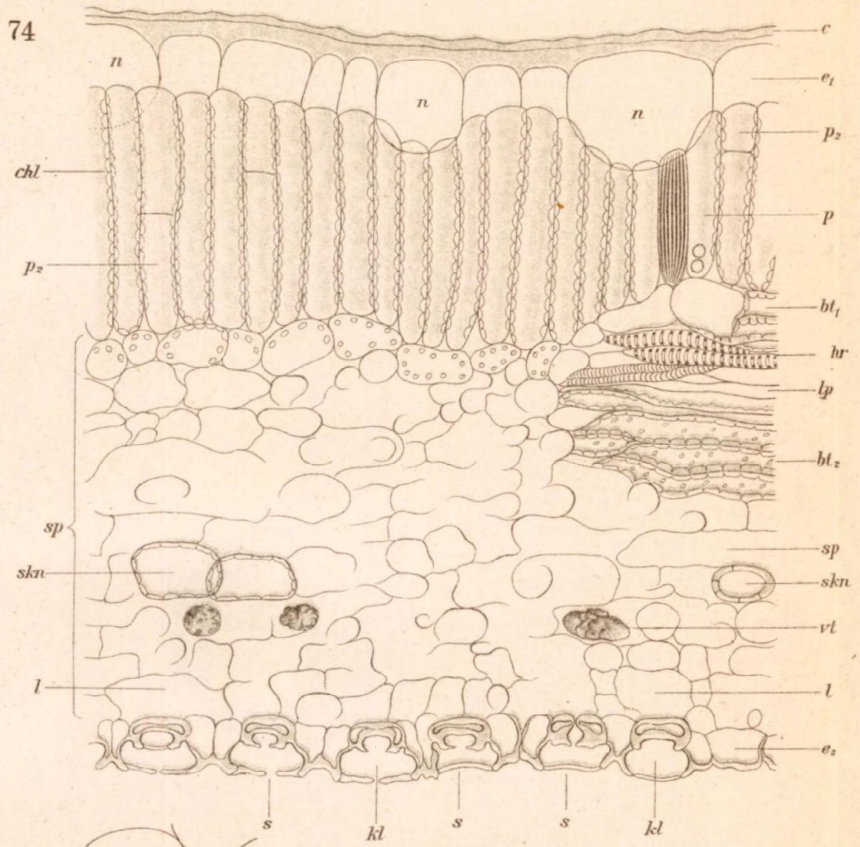




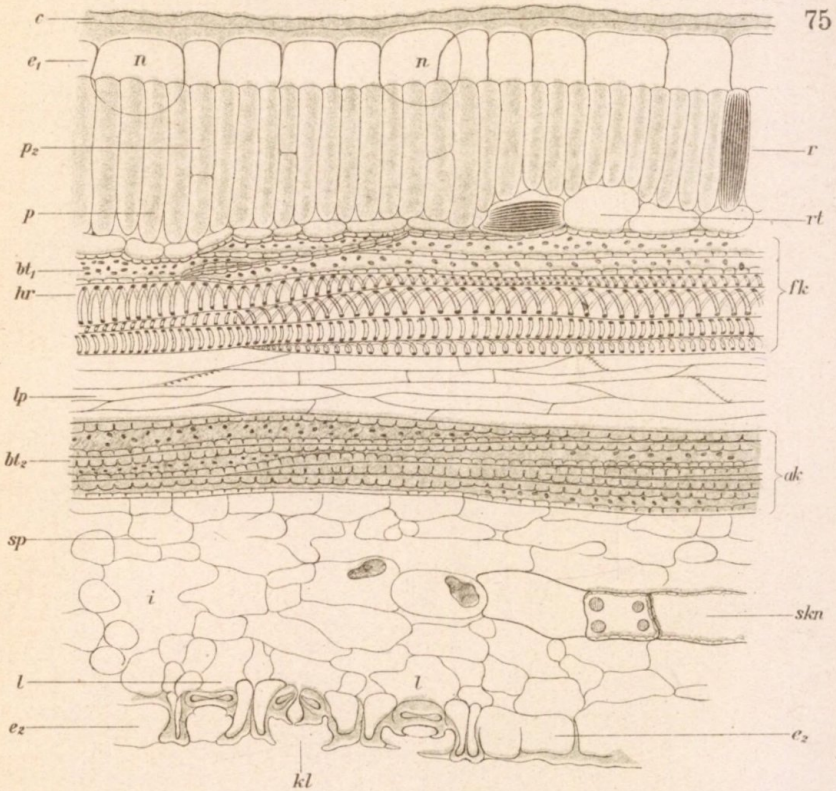
del. A. Richter: Vindobonae a. 1915.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

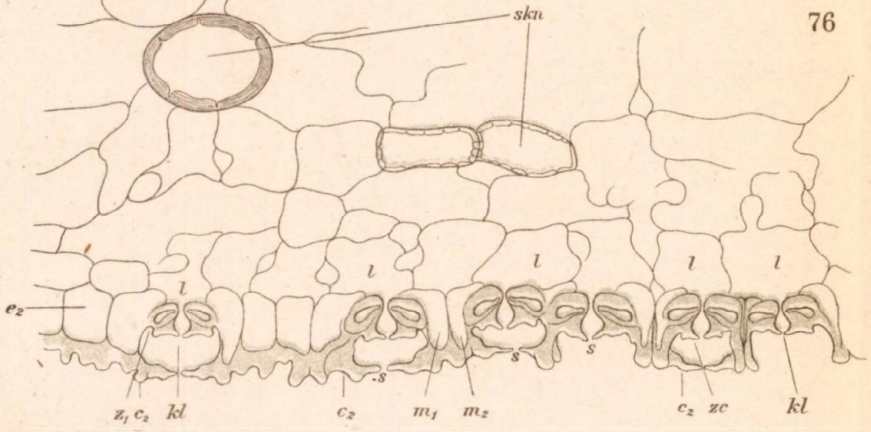
74



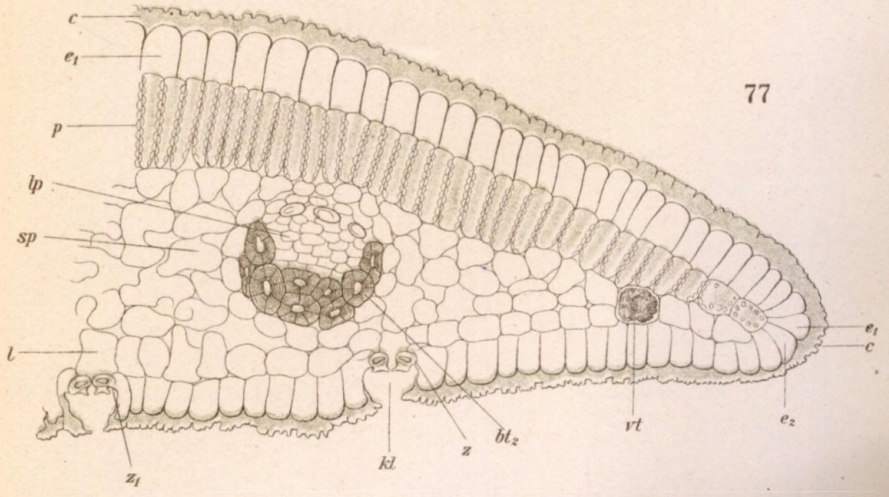
75



76



77



del A. Richter: Vindobonae a. 1915.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.